

Årbok 2004



Årbok 2004



Innhold

- 4 Vilje til forskning!
- 5 Styrets beretning for 2004
- 10 NIVAs organisasjon 2005
- 11 Regnskap 2004
- 12 Tareskoger langs norskekysten i fare
- 15 Modellering av marine habitater og naturtyper – et nyttig verktøy for forskning og forvaltning
- 19 Overvåking av skadelige planktonalger - status og nye muligheter
- 23 Analysene av bløtbunn med sedimentprofil-kamera
- 25 Tiltak mot forurensning fra sedimenter – bruk av modeller som kunnskapsbasert beslutningsstøtte
- 28 Klimagassen CO₂ som et problem i marint miljø - hva gjør NIVA?
- 31 Årringer i skjell gir nyttig informasjon i klimaforskningen
- 33 Strategisk institutt-program om "Virkninger av klimaendringer på vassdrag og fjorder"
- 35 AquaMonitor - nytt vannovervåkingskonsept under utvikling på NIVA
- 38 Vansjø - hvordan kan vannkvaliteten bli bedre?
- 41 Ny teknikk for fraksjonering av metaller i vann
- 44 Grenseoverskridende nedbørfelt - bortglemt i EUs rammedirektiv om vann?
- 46 Nye utfordringer for vannforskning og vannforvaltning i Øst-Europa
- 49 Strategisk instituttprogram om konsekvensutredninger
- 52 Planlegging for bærekraftig akvakultur
- 55 Utvikling av marine oppdrettsarter. Fokus på brukerrelevans, EU og brukerfinansiering
- 57 Brukermedvirkning i framtidig vannforvaltning
- 59 Nye effektbaserte metoder innen giftighetstesting, miljøovervåking og risikovurdering
- 61 Aluminiumsstress hos ørret kan forutsies ved hjelp av passiv prøvetaker
- 65 NIVA Vestlandsavdelingen 20 år!
- 67 Nordisk seminar om bunndyr i vassdrag
- 68 Internasjonal konferanse om toksinproduserende cyanobakterier
- 70 NIVAs publikasjoner 2004
- 79 NIVAs særtrykk 2004

Vilje til forskning!

Administrerende direktør

Odd Skogheim

Det har vært det rene vårslippet av Stortingsmeldinger, offentlige utredninger og internasjonale rapporter som er relevante for NIVA. Av disse står Stortingsmelding nr. 20 (2004-2005) *Vilje til forskning* i en særstilling. Mange ganger blir mål og strategier i stortingsmeldinger ikke fulgt opp med handling og bevilgninger. Men det var faktisk slik at den forrige Forskningsmeldingen i stor grad ble fulgt opp og gjennomført, og vi har all grunn til å tro at de dels omfattende forslagene i den nye meldingen vil bli realisert og fulgt opp med bevilgninger.

Fra vår side var forventningene store til Forskningsmeldingen fordi den angår oss direkte. Dessuten var forarbeidet til meldingen spesielt fordi det ble gjennomført en "instituttgjennomgang" som meldingen i stor grad skulle bygge på. Instituttene selv sto hardt på for å få gjort denne gjennomgangen fordi evalueringen av Forskningsrådet for tre år siden presenterte en del udokumenterte og negative påstander som "den norske instituttsektoren er for stor" og videre "instituttene skygger for universitetene i forhold til industri og næringsliv". Instituttsektorens bidrag til verdiskaping ble heller ikke omtalt.

NIVA har på egen hånd, og gjennom Miljøalliansen, FIFO og Abelia bidratt aktivt for å få fram et saklig analysegrunnlag. Vi har dessuten fremmet konkrete forslag til endringer i rammevilkår slik at instituttene kan bidra mer til samfunnets verdiskaping. Gleden var derfor stor da statsråd Kristin Clemet som noe av det første hun sa om meldingen, ga klar beskjed: "instituttsektoren er friskmeldt". Og ikke nok med det; i meldingen står det at "...instituttene er et verdifullt element i det norske forskningssystemet, og at de i hovedtrekk oppfyller sine oppgaver på en tilfredsstillende måte, leverer forskning av god kvalitet og gjennomgående har god kundetilfredshet."

Om miljøinstituttene står det at vi "...spiller en meget viktig

rolle når det gjelder forskning knyttet til forvaltning og for kunnskapsgrunnlaget for politikktutforming. Kontinuiteten som miljøinstituttene representerer, både når det gjelder kompetanse, lange dataserier og infrastruktur, anses som essensielle i denne sammenheng." Takk for det - vi er svært tilfreds med å få dette skriftlig! Slike utsagn er gode å ha med seg i NIVA-hverdagen. For det er jo faktisk slik at vi de senere årene har erfaringer som skulle tyde på det motsatte. Jeg minner om den stabile reduksjonen av basisbevilgningen over lang tid, reduksjonen på 33 % for ett år av bevilgningen til nasjonale oppgaver og de stadige kutt i bevilgninger til de nasjonale overvåkingsprogrammene. For eksempel er realverdien av budsjettene for overvåking av vann de siste fem årene redusert med 22 %.

Meldingen erkjenner at samfunnsutviklingen og ressursforvaltningen skal bygge på kunnskap, og at instituttene skal ha en sentral rolle i å skaffe denne kunnskapen. Det sies nemlig at "En nødvendig forutsetning for at instituttene skal oppfylle sin rolle som leverandør av anvendt forskning, er at instituttene gis anledning til å videreutvikle sin kompetanse og bygge opp relevant strategisk kunnskap for fremtidig konkurransedyktighet. Det er særlig instituttene basisbevilgninger som kan brukes til langsiktig kompetanseoppbygging."

Det er gledelig å lese at "Det er et overordnet mål for regjeringen å sikre en sterk og levedyktig instituttsektor som kan betjene næringsliv og offentlig sektor ut fra kvalitet, relevans og produktivitet på høyt internasjonalt nivå." Er dette bare en departemental talemåte? Neppel! Det sies nemlig at for å oppnå dette skal bl.a. følgende tiltak iverksettes: "Basisbevilgningene til de teknisk-industrielle instituttene og miljøinstituttene skal økes for å styrke instituttene internasjonale konkurransevne og langsiktige kompetanseoppbygging."

Senhøstes 2004 besluttet interessentene bak *Forsknings-senter for miljø og samfunn* at senteret skulle etableres i Gaustadbekkdalen ved Forskningsparken ved Universitetet i Oslo. Den formelle etableringen av *CIENS – Oslo Centre for Interdisciplinary Environmental and Social Research* ble markert i Forskningsparken 29. november i fjor: Statsråd Kristin Clemet sa under markeringen at "...dette vekker udelt begeistring i Utdannings og forskningsdepartementet."

NIVA har hatt en sentral rolle i etableringen og vi var derfor spesielt spent på om CIENS ville bli omtalt i meldingen. Følgende sitat fra meldingen har vi lest om og om igjen:

"Økningen i basisbevilgningene kan også anvendes til en strukturell tilpassning for å legge til rette for samarbeid innenfor større og mer konkurransekraftige enheter; for eksempel kan det vurderes om deler av økningen kan benyttes for å stimulere til økt samarbeid knyttet til det nye miljøforsknings-senteret i Gaustadbekkdalen, både mellom instituttene i "Miljøalliansen" og i forhold til Universitetet i Oslo."

Vi får nå bekreftet at dette er en framtidsrettet forskningsstrategi. Vi gleder oss over slike gode meldinger og skal kvittere for bedre rammevilkår ved å bidra med enda mer nyttig kunnskap for verdiskaping i samfunnet.



Styrets beretning for 2004

Stiftelsen Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er et nasjonalt forskningsinstitutt. Instituttet utfører forskning, undersøkelser, utviklingsarbeid og utredninger, og bidrar i stadig økende grad med kunnskap om, og løsninger på, internasjonale vannfaglige spørsmål.

NIVA har hovedkontor i Oslo og avdelingskontorer i Bergen, Grimstad, Hamar og Trondheim. NIVA-gruppen består i tillegg til stiftelsen NIVA av forsknings- og konsultantselskapet Akvaplan-niva AS i Tromsø, utviklingselskapet NIVA-Tech AS og Geomor-NIVA i Gdansk, Polen. Geomor-NIVA ble opprettet høsten 2004 som et strategisk brohode til de nye EU-landene.

I det følgende beskrives virksomheten i NIVA og resultatene som er oppnådd i 2004 innen NIVAs seks målområder.

MARKED OG BRUKERRELEVANS

EU's vannrammedirektiv

I 2004 har NIVA befestet sin posisjon som en sentral kunnskapsleverandør for implementering av Rammedirektivet for vann. NIVA avsluttet de to nasjonale pilotprosjektene om prøveimplementering av Rammedirektivet og har hatt ansvar for de påfølgende fullskala testprosjektene i Numedalslågen med Larviksfjorden, og Halden-vassdraget med Iddefjorden. NIVA hadde også ansvaret for den første klassifiseringen av vannkvalitet i vassdrag og fjorder i Østlandsområdet. NIVA er sentral i arbeidet med å utvikle retningslinjer for typifisering og karakterisering av vannforekomster. NIVA har etablert godt samarbeid med andre aktører i dette arbeidet; NINA, NIBR, Jordforsk, LFI, Statkraft-Grøner og Interconsult. Sammen med

NVE har NIVA bidratt i arbeidet med å karakterisere sterkt modifiserte vannforekomster, dvs. slike som er kraftig påvirket av vannkraftproduksjon, og har testet retningslinjene for overvåking av denne typen vannforekomster i Suldalslågen. NIVAs sterke posisjon innen arbeidet med Rammedirektivet for vann i Norge har muliggjort en sentral posisjon i en rekke internasjonale og bilaterale prosjekter, f. eks. i Kroatia, Ungarn, Makedonia og Albania.

NIVAs posisjon i EUs Miljøbyrå (EEA) gir oss tyngde og styrke i arbeidet med å etablere referansetilstand og gjennomføre interkalibreringer under Vanddirektorenes Forum. NIVA har en rammeavtale med DG Environment of the EC om å assistere i spørsmål knyttet opp mot implementeringen av Rammedirektivet for vann.

Miljøgifter

En av de store nasjonale forurensningsproblemene i sjø er knyttet til forurensede sedimenter i havner og fjorder. Her har myndighetene lansert ambisiøse tiltaksplaner. NIVA leder Nasjonalt Råd for sedimenter, som ble opprettet av Miljøverndepartementet i 2003, og leder arbeidsgruppen for Helse- og miljørisiko i dette rådet. Dette arbeidet har resultert i en omfattende handlingsplan for tiltak. NIVA har utarbeidet tiltaksplaner for flere områder, blant annet for Oslofjorden, Drammensfjorden og Sunndalsfjorden. NIVA er også involvert direkte i de praktiske tiltakene og har vært sentral premissleverandør for tiltak mot forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden.

Gjennom et større forskningsprosjekt knyttet til dioksinforurensning i Grenlandsfjordene har NIVA bidratt med grunnleggende forståelse om betydningen av forurensede sedimenter og laget modeller for effekter av tiltak.

Dette arbeidet blir videreført mot en forvaltningsmodell som skal kunne gi myndighetene verktøy for å etablere prognoser over fremtidig utvikling og effekter av tiltak. Planen er at dette også skal kunne utvikles til et system for vurdering av risiko som kan tilpasses ulike områder hvor forurensede sedimenter er et problem.

Bromerte flammehemmere i Mjøsa fikk store oppslag i pressen i 2004. Basert på NIVAs kompetanse fra mangeårig overvåking og undersøkelser i Mjøsa og ny prøvetakingsmetodikk ble det oppdaget høye konsentrasjoner av disse miljøgiftene i fisk, og senere også i sedimenter. I samarbeid med NILU ble det gjennomført omfattende undersøkelser av miljøgifter i Mjøs-området og mulige kilder til forurensningen ble klarlagt.

NIVA har i 2004 investert i et avansert analyseinstrument (LC-MS) for videre forsknings- og utviklingsarbeid innen økotoksikologi og miljøgifter.

Overvåking

NIVA har nå ansvar for alle de fem nasjonale overvåkingsprogrammene om vann innen Statlig program for forurensningsovervåking. Dette gir oss mulighet til å samordne organisering og bearbeiding av resultater fra alle programmene og å tolke og framstille resultatene på en helhetlig måte. Det er igangsatt et internt arbeid for å utnytte denne muligheten.

NIVA er godt etablert i nasjonal algeovervåking og har styrket posisjonen i nasjonal sammenheng ved å etablere en ny database for algeovervåking. Interessen for denne type overvåking er økende, ettersom det i de ti årene algeovervåkingen har pågått er påvist flere varmekjære arter som ikke har vært vanlige i våre farvann. NIVA er et ledende kompetanse-

senter, både nasjonalt og internasjonalt, for satellittovervåking av kystområder. Behandling og vurdering av satellittdata og utvidet integrering med sannhetsdata fra båter i rutetrafikk ("Ships-of-Opportunity") er blitt en viktig overvåkingsteknikk. Det er et paradoks at dette arbeidet er høyt verdsatt hos myndighetene samtidig som det savnes ressurser for å komme fra forsknings- og utviklingsnivået og over i en operasjonell og løpende overvåkingssfase.

Norge har for flere år siden nedlagt nasjonal eutrofi-overvåking av innsjøer. Bl.a. i forbindelse med implementering av Rammedirektivet for vann er det blitt klart at det er svært uheldig at denne typen data mangler.

Overvåking er en sentral del av NIVAs virksomhet. I tillegg til de over nevnte områdene er overvåking i forbindelse med kalking av forsured vann og vassdrag, samt avrenning fra skytefelt og industrivirksomheter også viktige oppgaver.

Bekjempelse av lakseparasitten *Gyrodactylus*

NIVA har - sammen med Universitetet i Oslo og Veterinærinstituttet - utviklet et alternativ til rotenonbehandling av vassdrag med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* basert på bruk av aluminiumsalter. På grunnlag av gode erfaringer fra Batnfjordelva i 2004 skal dette nye konseptet anvendes for fullskala-behandling av Lærdalselva i 2005.

Effekter av klimaendringer

Effekter av klimaendringer og samvirkning av klimaendringer med andre forurensingsbelastninger er blitt et viktig forskningsområde for NIVA. I 2004 ble bl.a. et Strategisk instituttprogram (SIP) om klimaendringer og effekter avsluttet. To ulike scenarier for klimatiske endringer er brukt sammen med fire forskjellige effektmodeller med data fra Bjerkreimsvassdraget i Sør-Norge. Modellene viser at selv små klimatiske endringer kan gi betydelige effekter på avrenningsmønster, vannkvalitet og biologiske forhold i vassdragene. Økt nedbrytning og økt avrenning av næringsstoffer er sannsynlige konsekvenser.

På Hardangevidda gjennomføres et prosjekt som skal undersøke årsakene til at produksjonen av ørret er så stor, og i hvilken grad klimavariasjoner kan påvirke rekruttering, tilvekst og avkastning av ørret. Prosjektet skal undersøke næringskjeder, temperaturforhold og sirkulasjon i et utvalg av innsjøer, og klarlegge årsakene til variasjoner i årsklassestyrker i ørretbestandene. Prosjektet skal også sammenholde variasjoner i klima med beskrevne variasjoner i fangstdata og årsklassestyrker tilbake til 1910. På bakgrunn av disse resultatene, og de seneste undersøkelser, skal konsekvensene for ørretfisket som følge av fremtidige klimaprognoser kunne forutsies.

Akvakultur

Innen akvakulturområdet har NIVA utviklet et overvåknings- og rådgivningstilbud som det også er interesse for internasjonalt. NIVA har dessuten bidratt til betydelig verdiskaping gjennom rådgiving til smoltanlegg med vannkvalitetsproblemer. NIVA har fått god uttelling innen de nasjonale forskningsprogrammene, og har bl.a. en stipendiat på akvakultur. Sammen med Akvaplan-niva er NIVA også involvert i EUs forskningsprogram CRAFT.

Kystsonen

NIVA er representert i et programstyre nedsatt av Norges forskningsråd for programmet "Havet og kysten". Programmet har kommet i stand etter bl.a. initiativ fra Miljøinstituttene.

Gjennom prosjektet HARdbunnsMODellering (HAMOD) skal NIVA utvikle en GIS-basert dynamisk modell som skal kunne forutsi typer av biologiske samfunn på hardbunn (referansetilstand). Modellen skal også forutsi responser på endringer i samfunnene, som følge av f.eks. eutrofiering. De siste årene har store forvaltningsoppgaver som naturtypekartlegging og implementering av Rammedirektivet for vann fått økende behov for modellverktøy. NIVA har lange tidsserier av både fysiske, kjemiske og biologiske data for viktige arter i slike habitater. I 2004 startet arbeidet med å skape en plattform for videreutvikling av fagkompetanse og

produktleveranse der GIS-modellering inngår.

Økotoksikologiske vurderinger og analyser

NIVA har etablert og tilpasset metoder for toksisitetstesting av sedimenter som et verktøy for karakterisering av forurensete marine sedimenter. Metodespekteret av biomarkører og biologiske effektparametre er blitt utvidet ved etablering av bioassays basert på cellekulturer. Biomarkører blir benyttet i overvåking av vannsøylen rundt oljeplattformer på Trollfeltet for å påvise forurensningseffekter av utslipp ved oljeproduksjon.

NIVA har tilpasset og videreutviklet modeller for å forutsi biologiske effekter av bl.a. stoffer med østrogen- og antiøstrogen-liknende egenskaper på fisk. Modellene er basert på eksperimentelt bestemte og beregnede parametre for over 40 stoffer fra ulike kjemiske grupper: naturlige hormoner, legemidler, naturlige plante- og soppgifter samt industristoffer som alkylfenoler, ftalater, sprøytemidler, mfl.

Miljøinformatikk

NIVA har etablert en ny seksjon med kompetanse innen IT, instrumentering og systemutvikling, bl.a. innen GIS-basert modellering. Utvikling og modernisering av NIVAs databaser og systemer for distribusjon av miljødata var viktige oppgaver i 2004. Arbeidet med den automatiske sanntidsovervåkingen fra båter i rutetrafikk, teknisk utrusting, datahåndtering og web-presentasjon av data har hatt spesiell fokus siste år. Systemet og driftsstabiliteten har fått god internasjonal omtale.

Internasjonalt samarbeid

NIVA er norsk representant i EURAQUA som er et samarbeidsforum mellom 16 europeiske forskningsinstitutter og forvaltningsorganer med aktivitet innen vannressursforvaltning. Dette nettverket er viktig i forbindelse med søknader til EUs 6. rammeprogram. NIVA har utviklet et samarbeid med mange europeiske universiteter og forskningsinstitutter rettet mot EUs rammeprogram, faglige nettverk som deltager i EEA Topic Center on Water, faglige nettverk innen UN/ECE

(ICP Waters), samarbeid om miljøgifter innen AMAP, samt nettverk innen miljørettet bistand.

Deltagelse i disse forskjellige fora gir innsikt i og forståelse for faglig utvikling internasjonalt, og gjør at NIVA kan posisjonere seg i forhold til søknader og konsortiedeltagelse mot bevilgende organer. Disse nettverkene gir også innsikt i forvaltningsrelaterte spørsmål og gjør at NIVA kan være en oppdatert og god rådgiver for myndighetene i forhold til utvikling av internasjonal miljøpolitikk.

Bistand

NIVA satser sterkt på arbeid i bistandsland, og årlig oppdragsportefølje ligger nå stabilt rundt 20 mill. kroner. NIVA har i 2004 opprettholdt sin sterke posisjon innen miljørettet bistand med fokus på kystsonen. Det er gjennomført prosjekter bl.a. innen planlegging, ressurskartlegging, oljevern og forvaltning av biologisk mangfold i kystsonen på Sri Lanka, i Indonesia og på de Karibiske øyene. Prosjektene har vært utført i nært samarbeid med flere norske og lokale forskningsmiljøer og forvaltningsinstitusjoner. NORAD og UD er fortsatt de viktigste oppdragsgiverne.

Bistandsprosjektene omfatter hovedsakelig utredninger og institusjonelt samarbeid. Norges forskningsråd og EU er blitt nye viktige oppdragsgivere, og disse utvider vår forskningsrettede prosjektportefølje innen bistand. NIVA bidrar til realisering av to av de viktigste målene for norsk bistand; å fremme forsvarlig forvaltning og utnyttelse av jordas miljø og biologiske mangfold, og å bekjempe fattigdom og bidra til varige forbedringer i levekår og livskvalitet. Dette er viktige og sentrale målsetninger, og er også en del av FNs milleniumsmål.

I 2004 deltok NIVA i prosjekter både i Asia, Afrika, Latin-Amerika og Sørøst-Europa, og NIVA har per i dag prosjektreferanser fra mer enn 60 land.

I forbindelse med Øst-Europa-programmet i Forskningsrådet og direkte UD-finansiering har NIVA etablert bilateralt samar-

beid med flere institusjoner i Kroatia, Makedonia, Albania og Serbia.

FLAGLIG NIVÅ OG KOMPETANSEUTVIKLING

Basisbevilgningen

Basisbevilgningen fra Norges forskningsråd var på 18,1 mill. kroner, og dette er en nedgang på 1,0 mill. kroner fra året før. Den generelle nedgangen i basisbevilgning er bekymringsfull. Basisbevilgningen utgjorde 12,4 % av omsetningen i 2004, mens tilsvarende tall året før var 13,9 %. Basisbevilgningen skal sikre at våre kunder og brukere får tilgang til solid og relevant fagkompetanse, og er instituttets viktigste redskap for faglig utvikling. Det er utviklet nye kriterier for bruk av grunnbevilgningen som skal sikre at midlene brukes til kompetanseutvikling innen de strategisk viktige områdene.

Vitenskapelig produksjon og stipendiater

NIVA hadde også i 2004 en omfattende faglig produksjon med 160 rapporter i egen serie og 15 i andre institutters serier. Videre er det registrert 58 publikasjoner i internasjonale tidsskrifter med referee-ordning. Dette er en økning i forhold til 2003, da tallene var hhv. 147 rapporter og 47 publikasjoner.

Stipendiater er viktig for utdanning og rekruttering av forskere. NIVA har etablert en egen stipendiatpolitikk for å sikre kompetanseutvikling, god oppfølging og integrering i NIVAs øvrige virksomhet. Antall stipendiater har økt de senere årene, og ved utgangen av 2004 hadde NIVA seks stipendiater. I 2004 fullførte en NIVA-medarbeider dr. grad ved University of Connecticut.

EUs forskningsprogrammer

I 2004 var NIVA involvert 24 forskjellige EU-prosjekter, og NIVA har også hatt suksess med nye prosjekter i 2004: EUROLIMPACS (Økosystemmodellering av effekter av langtransporterte forurensninger og klimaendringer), REBECCA (modeller for kjemisk-biologisk respons og faglig bakgrunn for implementering av rammedirektivet for vann), SARIB (utvikling av nye økotoksikologiske metoder), THRESHOLD

(Vannressursforvaltning), RACEWAYS (Fiskeoppdrett i lengde-strømsrenner, partner med Akvaplan-niva), CO₂ Geonet (Nettverk for forskning om geologisk lagring av CO₂). Deltakelse i EUs rammeprogrammer er viktig for kompetanseutviklingen. Gjennom de internasjonale nettverkene tar vi del i en kompetansevekst som har en verdi av 110 mill. kroner årlig.

SAMFUNNSKONTAKT OG OMDØMME

I september 2004 lanserte NIVA nye nettsider (www.niva.no) med ny funksjonalitet, reviderte tekster og ny design. Portalen skal vise eksisterende og potensielle kunder og samfunnet forøvrig hvordan NIVA kan bistå med løsning av miljøproblemer knyttet til vann og vannforvaltning. Nettstedet er en integrert del av NIVAs dokumenthåndteringssystem og bygger på strukturert og effektiv lagring, kobling og presentasjon av informasjon. Publisering av nyheter og dokumenter til intranettet og nettsidene er nå tilgjengelig for alle våre ansatte. Portalen inneholder bl.a. en presentasjon av kompetanseområder, tjenester og fagseksjoner i NIVA, en ansattguide med kontaktinformasjon, samt referanseprosjekter fra inn- og utland.

NIVA var synlig i media i 2004, både som resultat av egne utspill, ved omtale av instituttets virksomhet generelt og gjennom kontakt med NIVAs forskere. Forskerne danner ved sin kompetanse og deltakelse i prosjekter en viktig kontaktflate mot media og forvaltning, og i løpet av året stiller mange av dem opp med ekspertuttalelser, bakgrunnsinformasjon og synspunkter i miljødebatten. NIVAs forskere er også populære foredragsholdere og debattanter om aktuelle temaer innen våre arbeidsfelter.

En sak som fikk mye oppmerksomhet i media i 2004 var at tareskogen er i ferd med å forsvinne fra store deler av Sørlandskysten. En av NIVAs hypoteser er at dette trolig skjer pga. økende partikkelforurensning som er transportert fra Kontinentet med havstrøm-

menes. Observasjonen har bidratt til en forsterket debatt om beskyttelse av våre tareskoger også nordover langs Vestlandet og Nord-Norge, der tareskogen trues av andre årsaker.

NIVA fikk også medieoppmerksomhet i forbindelse med at forsuringen har ført til halvering av artsmangfoldet av vannplanter i sørnorske vassdrag. Dette skjer til tross for reduserte utslipp av forsurende gasser til atmosfæren og kalking av mange vassdrag.

I juni 2004 arrangerte NIVA - i samarbeid med HI og NTNU - et internasjonalt symposium om tang og tare i Bergen. NIVA fikk medieoppslag, bl.a. om spredning av fremmede arter av marine alger og om kombinert oppdrett av laks, skjell og tare som gir nye og lovende perspektiver for akvakulturens fremtid.

I sommermånedene har NIVA gjennom en årrekke hatt oppslag i media om oppblomstring av giftproduserende blågrønnalger i innsjøer. Dette er et vedvarende fenomen i Norge og Europa forøvrig til tross for omfattende tiltak mot kommunale avløp og forurensning fra landbruk. Algegifter kan utgjøre en potensiell helsefare, spesielt ved forekomst i drikkevannskilder. NIVA var også medarrangør av et internasjonalt symposium om dette temaet i Bergen i 2004, der Olav Skulberg - NIVAs nestor innen feltet gjennom mange tiår - fikk velfortjent oppmerksomhet.

NIVA var i mai 2004 vertskap for en fagkonferanse i Lærdal om bunndyr i vassdrag, sammen med Universitetene i Oslo, Bergen og Trondheim. Slike konferanser blir arrangert hvert 2-3 år og samler ferskvannsekologer fra hele Norden som arbeider med bunndyr som spesialfelt.

Under tittelen "Et hav av muligheter - Biologiske endringer langs Sørlandskysten" deltok NIVAs Sørlandsavdeling i Forskningsdagene med publikumsarrangement på bryggekanalen i Grimstad i september. I tillegg til aktiviteter for barn og ungdom, ble det presentert smakebiter fra NIVAs aktiviteter og forskning i kystsonen, med fokus på utfordringene langs

Sørlandskysten.

PERSONALE OG ARBEIDSMILJØ

Ved utgangen av 2004 hadde NIVA til sammen 184 ansatte (171,4 årsverk) av 13 forskjellige nasjonaliteter. Tilsvarende ved utgangen av 2003 var 181 ansatte (164 årsverk). Staben av vannfaglig personale utgjør 134,8 årsverk. Gjennom en rekrutteringskampanje fikk instituttet tilført forskere med viktig strategisk kompetanse. Andelen av forskere med doktorgrad har økt, og ved utgangen av 2004 har 47 av forskerstaben på 104 doktorgrad. Forskermobiliteten var på 19 %. Gjennomsnittsalderen for forskere var 42,7 år for kvinner og 48,7 år for menn.

Det er gjennomført en lederundersøkelse på seksjonsnivå som viser at medarbeiderne hovedsakelig er godt fornøyd med sine ledere. 2004 har vært preget av en krevende omstillingsprosess for virksomheten innen kjemisk analyse. Et viktig tiltak har vært å ivareta medarbeidernes behov for åpenhet, informasjon og medvirkning for å motvirke negative konsekvenser for arbeidsmiljø og trivsel som følge av omstillingsprosessen.

Implementeringen av ny IT-plattform og maskinpark samt ny intranettportal gir mulighet for en mer fleksibel løsning mht. arbeidsplass, og dette har gjort arbeidsdagen enklere og mer funksjonell. Implementeringen av nye støttesystemer til prosjektgjennomføringen har kommet godt i gang, nye brukervennlige systemer til økonomioppfølging er utviklet og et nytt dokumenthåndteringssystem er langt på vei på plass. Dette har vært meget krevende prosesser, men det forventes at gevinsten, i form av økt effektivitet og en lettere arbeidssituasjon for den enkelte medarbeider, vil komme i 2005.

Sykefraværet var på omlag 3 % og er således redusert slik målsettingen var. Instituttet inngikk avtale om å bli en IA-bedrift (Inkluderende Arbeidsliv). Det har ikke vært alvorlige ulykker eller ulykkestilløp. Ved inngangen til 2005 er fire av NIVAs sju styremedlemmer

kvinner. Instituttets ledergruppe består av tre menn og to kvinner, mens fire av tolv forskningsledere er kvinner. 20 % av forskerne er kvinner, mens andelen kvinner på instituttet for øvrig er 41%. Instituttet rekrutterer bevisst kvinner for å øke andelen kvinnelige forskere. NIVA fortsetter arbeidet med en lønnsutjevningpolitikk for kvinnelige og mannlige forskere. Instituttet har fleksibel arbeidstid for alle, og det er ingen nevneverdige forskjeller i omfang deltidsarbeid eller overtidsarbeid blant kvinner og menn.

Det er ikke konstatert utslipp til det ytre miljø utover gjeldende forskrifter.

ØKONOMISK HANDLEFRIHET

Brutto omsetning i NIVA var i 2004 på 148,3 mill. kroner, mot 138,2 mill. kroner i 2003. Resultatet ble minus 2,9 mill. kroner mot minus 4,1 mill. kroner året før. Stiftelsens egenkapitalandel av totalkapitalen er 32,7 % og anses som tilfredsstillende. Datterselskapet Akvaplan-niva AS hadde en omsetning på 35,3 mill. kroner og oppnådde et resultat på 0,68 mill. kroner, mot 0,7 mill. kroner året før. Brutto omsetning for konsernet var 181,4 mill. kroner og resultatet ble et underskudd på 2,4 mill. kroner. Resultatet foreslås inndekket av egenkapital.

Styret legger til grunn for årsoppgjøret at grunnlaget for fortsatt drift er til stede, og årsregnskapet er satt opp under forutsetning av fortsatt drift. Det budsjetteres med et positivt driftsresultat for 2005. Ordreserven er god og utsiktene er relativt gode i de ulike markedene, men NIVA er fortsatt inne i en omstillingsprosess.

Styret finner de økonomiske rammebetingelsene for NIVA bekymringsfulle, men er tilfreds med de radikale forandringer i instituttets drift, organisasjon, ledelse og strategi som er gjennomført.

LEDELSE OG STRATEGISK UTVIKLING

I 2004 har arbeidet med planene for Miljøforskningssenteret i Gaustadbekkdalen ved Blindern gått over i en konkret fase; forprosjektet er fullført og partene er enige om å etablere CIENS-senteret. Som en forberedelse til dette ble Brekkeveien 19 solgt allerede sommeren 2004. Dermed står vi foran en omfattende byggeprosess og innflytting høsten 2006. Styret mener at dette vil representere en viktig milepæl i NIVAs videre utvikling - ikke bare nye og hensiktsmessige lokaler, men en ny forskningsstrategi som muliggjør realisering av faglige og markedsmessige synergier og merverdi både for NIVA og samfunnet. I tillegg vil flyttingen også kunne utløse hensiktsmessige endringer i arbeidsmiljø, organisasjonsutvikling og strategisk utvikling.

Akvaplan-niva AS, som har virksomhet innen akvakultur, miljøforskning, oljeindustri og forskning i nordområdene, er lokalisert i Polarmiljøsenderet i Tromsø. Det strategiske samarbeidet med Akvaplan-niva AS er videreutviklet og styrket i 2004. Samarbeidet her er viktig for utvikling av NIVAs sentrale fag- og markedsområder.

Den strategiske Miljøalliansen (NIVA, NILU, NIBR, NINA, NIKU og Jordforsk) ble omorganisert i 2004 og det legges nå større vekt på profilering og politikk-påvirkning, spesielt i forbindelse med instituttgjennomgangen og arbeidet med Forskningsmeldingen.

NIVAs virksomhet blir stadig mer internasjonal og kommer til å bli enda sterkere de neste årene. I de nye EU-landene er det betydelige kompetansebehov innen NIVAs arbeidsområder, og disse prosjektmulighetene

har utløst endringer i NIVAs strategi. Sammen med polske partnere etablerte NIVA selskapet Geomor-NIVA i Gdansk for å profilere og utvikle NIVAs nettverk, og dessuten konkurrere om midler vi ellers ikke ville hatt tilgang til uten at Norge er medlem av EU.

TAKK

Det er styrets oppfatning at den omfattende effektivisering og endring som NIVA gjennomgår er nødvendig for å gjenvinne økonomisk handlefrihet og sikre en markedsbasert, strategisk utvikling. Videre omstilling blir nødvendig inntil tilstrekkelig økonomisk handlefrihet er nådd.

Medarbeidernes deltakelse og entusiasme er helt grunnleggende for å lykkes i denne prosessen. Styret retter en stor takk til alle medarbeiderne for innsatsen i 2004.

Oslo, 11. april 2005

Guro Fjellanger

Thorbjørn Westrum

Eli Aamot

Anne Lill Gade

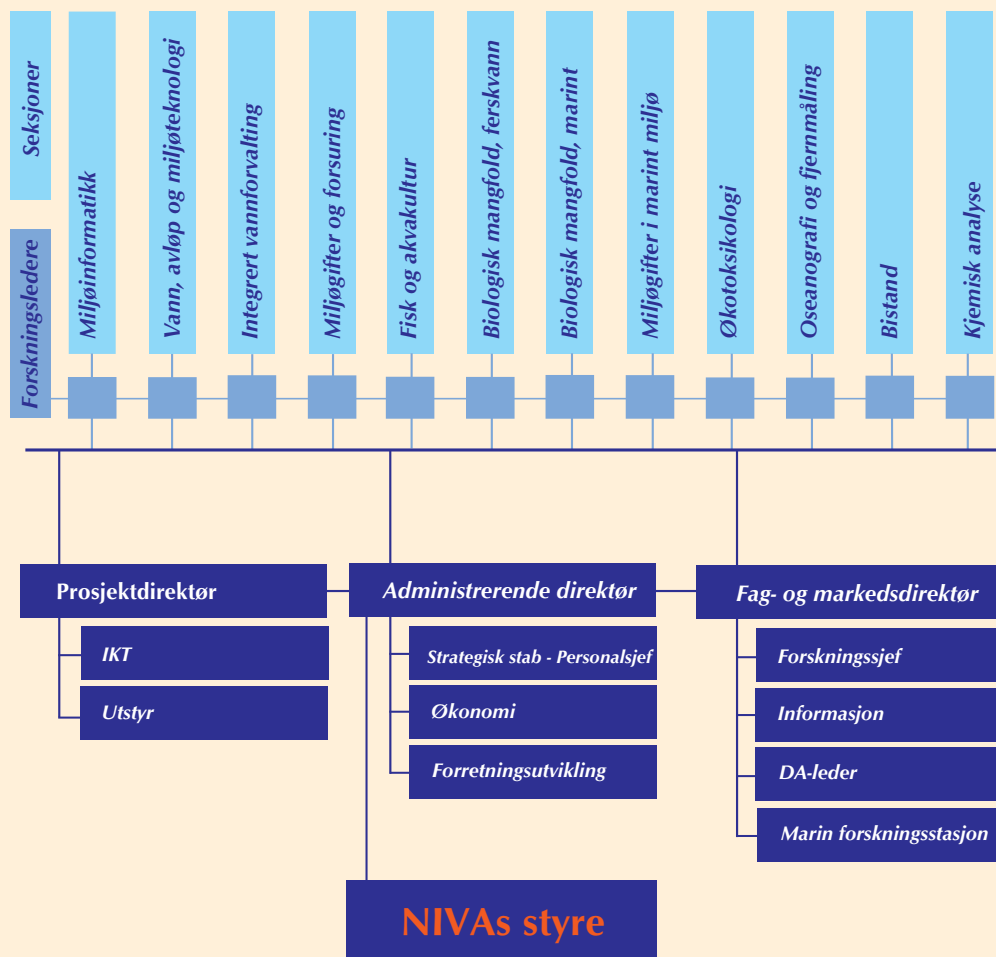
Atle Hindar

Torgeir Bakke

Leonor Tarrason

Odd Skogheim

NIVAs organisasjon per 1. juli 2005



NIVAs styre per 1. januar 2005

Navn	Oppnevnt av
Guro Fjellanger, leder	Miljøverndepartementet
Anne Lill Gade	Miljøverndepartementet
Eli Aamot	Miljøverndepartementet
Leonor Tarrason	Norges forskningsråd
Thorbjørn Westrum	Norges forskningsråd
Atle Hindar	NIVAs ansatte
Torgeir Bakke	NIVAs ansatte

NIVAs ledelse per 15. juni 2005

Funksjon	Person	Enhet
Administrerende direktør	Odd Skogheim	NIVA
Prosjektdirektør	Øyvind Sørensen	NIVA
Fag- og markedsdirektør	Jarle Nygard	NIVA
Forskningsleder	John Rune Selvik	Seksjon: Miljøinformatikk
Forskningsleder	Helge Liltved	Seksjon: Vann, avløp og miljøteknologi
Forskningsleder	Stig Andreas Borgvang	Seksjon: Integriert vannforvaltning
Forskningsleder	Brit Lisa Skjelkvåle	Seksjon: Forsuring og miljøgifter
Forskningsleder	Trond Rosten	Seksjon: Fiskeøkologi og akvakultur
Forskningsleder	Tone Jøran Oredalen	Seksjon: Biologisk mangfold, ferskvann
Forskningsleder	Kari Nygård	Seksjon: Biologisk mangfold, marint
Forskningsleder	Kristoffer Næs	Seksjon: Miljøgifter i marint miljø
Forskningsleder	Kevin Thomas	Seksjon: Økotoxikologi
Forskningsleder	Dominique Durand	Seksjon: Oseanografi og fjernmåling
Forskningsleder	Harsha Ratnaweera	Seksjon: Bistand
Seksjonsleder	Torgunn Sætre	Seksjon: Kjemisk analyse
Forskningsjef	Merete Ulstein	Stab: Fag- og marked
Informasjonssjef	Bjørn Faafeng	Seksjon: Informasjon
Personalsjef	Anne Smedstad	Strategisk stab
Økonomsjef	Olav Slinning	Seksjon: Økonomi
Forskningsjef	Harsha Ratnaweera	Seksjon: Forretningsutvikling
IT-sjef	Ole Martin Nilsen	Seksjon: IKT
Driftsleder	Erik Bjørknes	Utstyrssentralen
Driftsleder	Oddbjørn Pettersen	Marin forskningsstasjon Solbergstrand
DA-leder	Atle Hindar	NIVA Sørlandsavdelingen
DA-leder	Sigurd Røgnerud	NIVA Østlandsavdelingen
DA-leder	Åse Åtland	NIVA Vestlandsavdelingen
DA-leder	Trond Rosten	NIVA Midt-Norge

REGNSKAP 2004

(Beløp i 1000 kroner)

Resultatregnskap

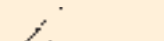
NIVA-GRUPPEN			N I V A	
2003	2004		2004	2003
168,830	181,440	Driftsinntekter	148,308	138,228
172,121	184,002	Driftskostnader	151,695	142,395
-3,291	-2,562	DRIFTSRESULTAT	-3,387	-4,167
0,221	0,249	Netto finansposter	0,446	0,036
0,171	-0,044	Skattekostnad	0,000	0,000
-0,135	0,107	Minoritetsandel av overskudd	0,000	0,000
-3,376	-2,376	ÅRETS RESULTAT	-2,941	-4,131

Balanse pr. 31.12

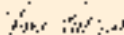
NIVA-GRUPPEN			N I V A	
2003	2004		2004	2003
EIENDELER				
Anleggsmidler				
0,330	0,549	Immaterielle eiendeler	0,000	0,000
49,222	17,150	Varige driftsmidler	15,861	47,726
0,583	0,694	Finansielle anleggsmidler	3,781	3,670
50,135	18,393	Sum anleggsmidler	19,642	51,396
Omløpsmidler				
45,567	55,639	Fordringer	42,823	35,450
20,313	53,685	Bankinskudd, kontanter o.l.	35,426	12,706
65,880	109,324	Sum omløpsmidler	78,249	48,156
116,015	127,717	Sum eiendeler	97,891	99,552
EGENKAPITAL OG GJELD				
37,846	35,081	Egenkapital	32,062	35,003
1,613	1,589	Minoritetsinteresser	0,000	0,000
Gjeld				
7,601	8,584	Pensjonsforpliktelser	7,601	7,601
3,570	0,264	Annen langsiktig gjeld	0,000	3,570
65,385	82,199	Kortsiktig gjeld	58,228	53,378
76,556	91,047	Sum gjeld	65,829	64,549
116,015	127,717	Sum egenkapital og gjeld	97,891	99,552

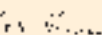
Oslo, 11. april 2005

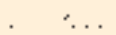

Guro Fjellanger
Styreleder

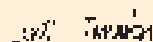

Thorbjørn Westrum



Eli Aamot


Anne Lill Gade


Atle Hindar


Torgeir Bakke


Leonor Tarrason


Odd Skogheim
adm. dir.

Tareskoger langs norskekysten i fare

Hartvig Christie, Kjell Magnus
Norderhaug, Frithjof Moy

Tareskogene er ofte i fokus pga. negative hendelser; slik som nedslamming og utdøing av sukkertare på Sørlandet, kråkebollenes herjinger i tareskogene langs kysten fra Trøndelag og nordover, og i forbindelse med interessekonflikter mellom naturvernere, fiskere og taretrålere på Vestlandet. NIVA er involvert i forskning som kan dokumentere betydningen av tareskogene i kystøkosystemet og de negative effektene av at tareskogen dør.

Kunnskap om produksjonen, tareskogens mangfold, og hva tareskogen betyr for næringskjeder langs kysten er viktig for å forstå effektene av at tareskogene forstyrres. Erkjennelsen av tareskogens økologiske og økonomiske betydning er bakgrunn for at vi har engasjert oss i forslag på tiltak for å restaurere ødelagte områder. NIVA har i 2004 satt fokus på sukkertareskogen som har forsvunnet på hele strekningen fra Hvaler til Lindesnes. Naturlig dekker tareskoger grunne bunnområder langs hele Norskekysten, men tareskogene er kraftig forstyrret over store områder.

Det er først og fremst arten stortare man tenker på i forbindelse med tareskoger. Stortare danner tette skoger av 1-2 m høye planter med en stiv stilk som holder plantene oppe. Sukkertaren har en kortere stilk som holder basis av bladet 20-30 cm opp over bunnen, mens bladet som kan bli over 2 m langt ligger utover bunnen, og sukkertareskogene ser mer ut som store avlange blader som dekker bunnen. Stortare trives kun der det er god vannbevegelse forårsaket av strøm og bølger, og disse skogene er best utviklet fra Lindesnes og nord til Finnmark, med den frodigste skogen i Midt-Norge. Sukkertare



Stortareskog fra Mørekyten (Foto: K. M. Norderhaug)



Sukkertareskog (Foto: F. Moy)

trives der det er mer beskyttede forhold, og finnes i skjærgården og i fjordmunninger.

Tareskogene er avhengig av lys og finnes fra rett under fjæra og ned til mellom 15 og 30 m dyp avhengig av vannkvalitet. I Norge fins det også fingertare, butare og draugtare, men disse danner kun begrensede belter eller spredt vegetasjon innimellom de mer dominerende artene.

Etter hvert har vi fått resultater som bedrer våre kunnskaper og belyser nye sider ved tareskogene. Tareskogene har vært rangert blant de mest produktive økosystemene på kloden, og de siste resultatene fra Midt-Norge viser en årlig produksjon på opp mot 3 kg karbon pr. kvadratmeter. Dette er oppsiktsvekkende høye verdier og tilsvarer i størrelsesorden 25 kg plantemateriale pr. år fra hver kvadratmeter. I tillegg til taren kommer veksten av såkalt undervegetasjon og rødalger som vokser på tarens stilk (epifytter). Dette er høyere produksjon enn den man kan finne på tilsvarende areal på land, selv på dyrket mark. Potensielt areal av våre tang og tareskoger er anslått til å være på størrelse med arealet av dyrket mark i Norge, så bidraget fra tareskogene må ha stor betydning for det som produseres i kystsonen, særlig hvis man hadde unngått nedslamming og nedbeiting.

Tareskogene kan på mange måter sammenliknes med skogene på land. De danner et definert tredimensjonalt system som inneholder en rekke andre planter og dyr. Mangfoldet av planter skaper varierte habitater for et mangfold av dyr (mest krepsdyr og snegl) som utnytter hele det tredimensjonale systemet. Disse dyrene blir utnyttet av et stort antall fiskeslag der særlig unge stadier av torsk, sei og lyr er tallrike, men også krabbe, hummer og sjøfugl utnytter det rike dyrelivet. Dette systemet opprettholdes bl.a. ved at biologiske reguleringsmekanismer både nedenfra og ovenfra bidrar til stabiliteten. Den store tettheten av snegl og krepsdyr lever stort sett av overskuddet fra planteproduksjonen og fiskene sørger for å holde dem på et slikt nivå at

de ikke beiter ned taren som er både leveområdet og primærprodusenten. Imidlertid fins det ytre faktorer som kan forrykke stabiliteten.

Tareskogene er av og til utsatt for store ødeleggelse pga. stormer. For å kunne bestå langs vår kyst må tareskogene tåle slike hendelser, og tareplantene rekrutterer raskt og utkonkurrerer andre planter. De andre plantene og dyrene som lever i skogen er tilpasset et substrat som er i stadig omskifting, og oppvoksende tareskog blir raskt kolonisert av en rekke organismer, mens moden tareskog

etableres etter 4-5 år.

Taretråling kan sammenliknes med skadene etter en storm, og de trålte områdene gror til og gir grunnlag for bærekraftig høsting hvert 5. år. Imidlertid blir den gjenvoksende tareskogen knapt nok økologisk moden før den tråles igjen, og enkelte økologiske effekter av denne virksomheten kan tenkes. Bortsett fra slike forstyrrelser, fins det fortsatt store arealer med rik og frodig tareskog langs store deler av kysten, særlig på Vestlandet og Midt-Norge. Nedslamming og nedbeiting er faktorer som forrykker



Stortareskog med noen voksne planter i forgrunnen og gjenvekst av ungskog bak. Legg merke til tett påvekst av rødalger på de store tarestilkene (Foto: K.M. Norderhaug)



En tett matte av trådformete alger og slam dekker nå bunnen der sukkertareskogene dominerte for noen år siden (Foto: F. Moy).

balansen, og det første ledd i næringskjeden elimineres. Dette er dramatisk fordi produksjonen og hele det tredimensjonale habitatet forsvinner. Årsaksammenhengen bak disse fenomenene er ikke kjent, og heller ikke studert. Miljømyndighetene har imidlertid satset på en begrenset studie som skal beskrive fenomenet med algematter i kombinasjon med nedslamming som sannsynlig årsak til utdøing av sukkertare på Skagerrakkysten.

En økende tildekking av bunnen kan tenkes å hindre nye tareplanter å etablere seg og tareskogen dør ut. Tang og tare fester seg til fjellbunn og er avhengig av et fast substrat. Det arealmessige omfanget av dette fenomenet er ikke beregnet, men det er funnet sammenhengende fra Hvaler til Lindesnes, og det fortsetter sannsynligvis videre på Sør-Vestlandet (et omfang på noen hundre kvadratkilometer?). Det er bare sukkertareskogen som er sterkt berørt, mens stortareskogen langs den samme kystlinjen vokser på lokaliteter med mer vannbevegelse der nedslamming sannsynligvis ikke får den samme effekten.

Nedbeiting forårsaket av kråkeboller er i dag et langt mer omfattende problem. Dette er et fenomen som ble oppdaget for ca. 35 år siden, da store populasjonstettheter av kråkeboller økte dramatisk og beitete ned store deler av tareskogen fra Trøndelag til og med Finnmark.

Man tror i dag at 90 % av tareskogen i Finnmark er nedbeitet, og at det er beitet i overkant av 2000 kvadratkilometer. Med det produksjonspotensialet som nå er dokumentert, vil dette bety at kråkebollene hvert år forhindrer en tareproduksjon på over 20 millioner tonn, noe som f.eks. er over 100 ganger så mye som høstes av taretrålerne. Det årlige tapet av tareproduksjon eller fiskeproduksjon pga. dette vil sannsynligvis kunne beregnes til milliardbeløp.

Oppblomstringen av kråkeboller langs norskekysten skjedde for 35 år siden og vi kan ikke i ettertid påvise en sikker årsakssammenheng, men vi kan få en bedre innsikt ved å gjennomføre eksperimenter og stille sammen tilgjengelige data. I Amerika har man påvist at overbeskatning av sjøoter førte til et liknende problem på Stillehavssiden, mens de mest sannsynlige modellene peker nå på overfiske av torsk som årsak til at fenomenet slo til på Atlanterhavssiden. Disse modellene kan sammenliknes med predatorkontrollen som vi har antydnet ovenfor, og at fiskens kontroll av viktige beitere har blitt redusert. I motsetning til mange andre dyr klarer kråkebollene å overleve i høye tettheter på den øde bunnen ved å holde bunnen ren slik at nedbeitingssituasjonen blir langvarig. Ved å holde bunnen fri for tare vil også alle fiender og konkurrenter som normalt holder til i tareskogen bli fra-

værende. Klarer man derimot å redusere kråkebolletettheten tilstrekkelig vil tareskogen vokse til igjen. Selv om kråkebollenes oppblomstring eller andre ødeleggelser av tareskog skulle være forårsaket av naturlige årsaker, er det en dramatisk og uønsket situasjon når første ledd i næringskjeden forsvinner, og det har bl.a. medført negative konsekvenser for kystfiske. Dette har ført til initiativer for å prøve ut tiltak for å reetablere tareskogen, og NIVA deltar i flere slike initiativer.



Figur 5. Store tettheter av kråkeboller har beitete ned tareskog og forvandlet disse til slike undervannsørkener (Foto: H. Christie).

Modellering av marine habitater og naturtyper – et nyttig verktøy for forskning og forvaltning

Eli Rinde, Trine Bekkby, Martin Isæus og Kjell Magnus Norderhaug

Kunnskap om marint biologisk mangfold er nødvendig for en bærekraftig bruk av kystressursene. Norge har gjennom nasjonale og internasjonale avtaler forpliktet seg til å utvikle et kunnskapsbasert forvaltningssystem for å ivareta verdiene til det biologiske mangfoldet bl.a. gjennom FNs Rio-konvensjon 1992 og Stortingsmelding 42 (2000-2001). Miljømyndighetene har satt i gang et nasjonalt program som skal samle kunnskap om biologisk mangfold i terrestre, limniske og marine områder. Programmet har tittelen "Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold" og løper gjennom fireårsperioden 2003-2006. NIVA har koordinert den marine delen av dette programmet, og har sammen med Havforskningsinstituttet (HI) og Norsk institutt for naturforskning (NINA) vært sentrale i utviklingen av kostnadseffektive kartleggingsmetoder.

Kunnskap om utbredelsen til marine habitater og naturtyper er et nødvendig fundament for kommunenes arealplanlegging i sjø, både med hensyn til næringsutvikling (havbruk, fiskeri, taretråling, turisme o.l.), friluftsliv og vern av økologiske og kulturelle verdier. EUs vannrammedirektiv er en annen nasjonal forpliktelse som krever kunnskap om utbredelsen av marine habitater, i tillegg til å kreve informasjon om den økologiske statusen til habitater innen ulike vann typer. For å kunne si noe om økologisk status er det nødvendig med kunnskap om det biologiske mangfoldet på ulike nivåer, inkludert habitat og artsnivå.

Behov for kostnadseffektive kartleggingsmetoder

Norskekysten er lang og geomorfologisk kompleks. Det vil kreve stor innsats over flere år å få kartlagt norskekysten med

hensyn til biologisk mangfold på ulike nivåer (landskapsnivå, naturtypenivå, artsnivå, genetisk nivå). GIS-modellering utvikles derfor som verktøy for å få oversikt over sannsynlig utbredelse til habitater (leveområder) på landskapsnivå og naturtypenivå, og utbredelse av enkelte arter (f.eks. nøkkelarter, indikatorarter, kommersielle arter, samt truede og sårbare arter).

Gjennom det nasjonale programmet og aktiviteter knyttet til andre relaterte NIVA-prosjekter som MarModell og Hamod, samt NGUs prosjekt SUSHIMAP, har NIVA i samarbeid med NINA, NGU og HI, utviklet modeller basert på kunnskap om hvilke ikke-biologiske faktorer (dyp, skråning, forsenkning, terreng-uro, vindeksponering) som påvirker naturtypenes utbredelse. Ved å kombinere faktorene i forhold

til de ulike naturtypenes krav, kan potensielle områder for hver av naturtypene identifiseres i digitale kart. Slik kartfesting av potensielle områder vil gi kommunene et godt grunnlag for arealplanlegging generelt, og til planlegging/koordinering av feltinnsatsen ved kartlegging av marine naturtyper. Foreløpig er det kun utviklet en tilstrekkelig god landsdekkende modell for tareskog, men gode modeller utvikles nå også for ålegras (i Sør-Norge), bløtbunnsområder i strandsonen, skjellsand, kamskjell, korallforekomster og gyteområder for fisk. Arbeidet tilknyttet utviklingen av modellene er finansiert av MD, Fiskeridepartementet, Forskningsrådet, NIVA, NINA, HI og NGU.

Styrende fysiske faktorer: dyp, substrat, bølger og strøm

Mange miljøfaktorer som påvirker utbredelsen av marine planter og dyr endrer seg med økende dyp, f.eks. lys, bølgeeksponering, trykk og temperatur. En god dybdemodell kan derfor identifisere hovedutbredelse for arter basert på deres krav i forhold til dyp.

Substrattypen bestemmer i stor grad hvilke naturtyper som kan finnes på en gitt lokalitet. Det finnes imidlertid få bunnsstratdata langs norskekysten. Det vil derfor være nyttig å utvikle modeller som kan forutsi marine substrattyper. Nye undersøkelser har vist at en forhøyningsalgoritme (som indikerer topper i landskapet) basert på digitale kart med 50 m dybdeoppløsning gir en god indikasjon på forekomst av hardbunn (fjell) og bløtbunn (løsmasser) på landskapsnivå. Forhøyningsalgoritmen på dette skalanivået ga god overensstemmelse med NGUs detaljerte kartlegging av bunnsstratene i et testområde ved Ona fyr i Møre og Romsdal.

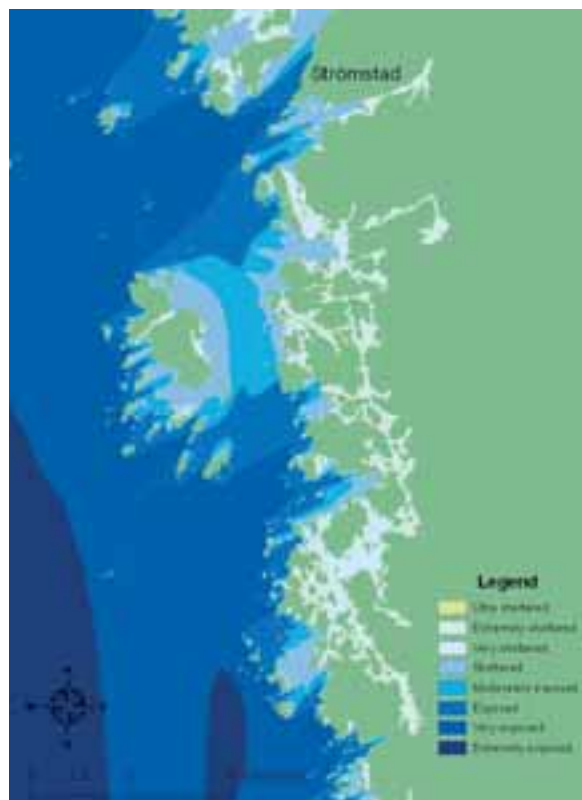
Eksponeringsgrad er en annen hovedfaktor som bestemmer utbredelsen til marine naturtyper, og en økologisk relevant eksponeringsmodell vil danne fundamentet for modellering av naturtyper i grunne kystfarvann (grunnere enn 30 m).

NIVA har utviklet en bølgeeksponeringsmodell, WaveImpact, som har vist seg å gi en god overensstemmelse med en biologisk bølgeeksponeringsindeks basert på utbredelsen til en rekke bølgeeksponeringssensitive arter. WaveImpact vil i løpet av 2005 bli brukt til å beskrive eksponeringsklasser langs norskekysten, svenskekysten og Østersjøen, i henhold til det europeiske systemet for klassifisering av habitater: EUNIS. WaveImpact vil derfor bli sentral i det videre modelleringsarbeidet med hensyn til naturtyper.

Tidevannsstrøm skyldes de periodiske vannstandsendringene som er forårsaket av tiltrekningen fra måne og sol. Gjennom samarbeid med Gjevik (Universitetet i Oslo), har NIVA kunnet inkludere effekten av tidevann i analysene på blant annet forekomst av skjellsand. Vi har funnet en klar sammenheng mellom endring i nippflo (den deriverte av svakeste tidevannsstrøm i et 500x500m rutenett) og forekomst av skjellsand. Dette indikerer at skjell-

sand settes av i områder der det skjer endringer i nippstrømmen. Det ble ikke funnet tilsvarende sammenheng med flostrømmen (sterkeste tidevannsstrøm), noe som kan skyldes at flostrømmen er for sterk til at det vil settes av skjellsand i slike områder.

For grunne skjellsand-forekomster vil bølgeindusert strøm og "storm-surges" forårsake forflytning og akkumulering. NIVA har solid kompetanse innen fysisk oseanografi og utvikler og anvender egne strømmodeller. I tillegg anvender vi 2- og 3D-strømmodeller som er utviklet for blant annet offshoreindustrien. Disse mer avanserte strømmodellene inkluderer i tillegg til tidevann; vind og avrenning som drivkraft. Vind fører til mer uforutsigbare strømmønstre, men det vil sannsynligvis være noen hovedtrekk ved vinddrevne strømmers styrke og retning som påvirker forekomsten til ulike naturtyper, og som kan trekkes ut fra strømmodellene. NIVA vil i det videre modellutviklingsarbeidet forsøke å inkludere effekten av vinddrevne strømmer. Informasjon



Modellert eksponeringsgrad (WaveImpact) for kystområdene ved Strömstad. Eksponeringsgraden er delt inn i klasser tilpasset EUNIS. Inndelingen i eksponeringsklasser er under utprøving.

om strømretning og strømshastighet er sannsynligvis nødvendig for å få gode modeller for naturtyper som skjellsand og korallforekomster.

Kriterier for utbredelsen til noen naturtyper

Tareskog

Tareskog har forskjellig dybdeutbredelse ved ulik grad av eksponering. Jo mer eksponert, jo dypere vokser tareskogen. På de aller mest eksponerte lokalitetene strekker tett tareskog seg ned til ca. 25 m dyp. Videre innover i middels eksponerte områder reduseres dybde-utbredelsen til ca. 20 m dyp. I tillegg til dybde er substrattypen en viktig faktor for tareskog. Tareskog vokser kun på fjell eller steiner som ligger tilstrekkelig i ro til at tareplantene får feste. Tareskogsmodellen viser god overensstemmelse med virkeligheten (over 70 % treff mellom modell og bekreftet forekomst i feltstudier i Hordaland og på områder uten nedbeiting i Nordland).

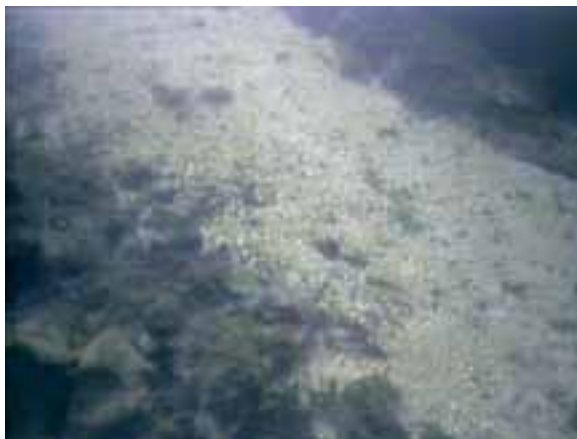
Det er anslått at ca. 50 % av tareskogen i de nordlige fylkene er borte pga. nedbeiting av kråkeboller. Dette er grove estimater som ikke er godt dokumentert. Tareskogsmodellen kan også utnyttes til å vise potensialet for omfanget av nedbeitingen.

Skjellsand

Skjellsandmodellen identifiserer områder der man forventer å finne forhøyet konsentrasjon av skjell i sanden. Vi følger en "genese"-tankegang, det vil si at vi først modellerer hvor skjellsand dannes og akkumuleres (produksjons-områder) og deretter ser på hvor skjellsanden sannsynligvis vil bli transportert og avsatt (avsetnings-områder). Vi antar at produksjonen av skjellsand hovedsakelig skjer i overgangs-områdene mellom eksponerte og beskyttede områder. Avsetningsområdene er hittil modellert som forsenkninger ("dalbunner") i nærheten av produksjonsområdene, men vil bli videreutviklet til å omfatte transport med tidevannsstrøm og vindindusert strøm og avsetning i forhold til endringer i disse.



Tareskog. Foto: Kjell Magnus Norderhaug, NIVA.



Skjellsand. Foto: Trine Bekkby, NIVA.



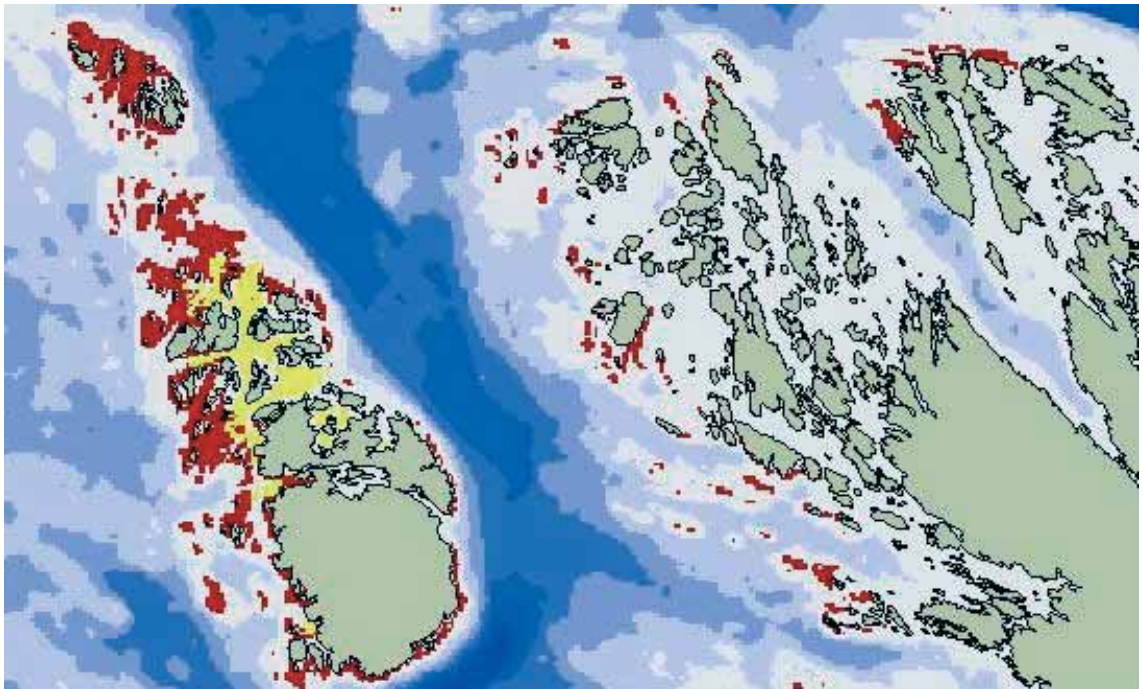
Ålegras. Foto: Stein Fredriksen, UiO.

Ålegras

Ålegras befinner seg i beskyttede og middels eksponerte, grunne og svakt skrånende områder. Ved å kombinere disse kriteriene i en GIS-modell for Aust-Agder, ble 70 % av de observerte ålegraslokalitetene modellert innenfor samme 50x50 m rute eller i en av de to nærmeste rutene (dvs. maksimum 125 m unna midtpunktet i den observerte ålegrasruten).

Habitatklasser på storskalanivå i henhold til Vannrammedirektivets krav

For å kunne fastsette økologisk status til kystvannstypene i henhold til vannrammedirektivet er det nødvendig å identifisere habitatklasser på et nivå over naturtypenivået ut fra substrattypen, vertikal sonering (i strandsonen eller i sonen nedenfor strandsonen) og eksponeringsgrad. For et kystavsnitt



Modellert tareskog (rødt) og modellert skjellsand (gult) i pilotområdet i Hordaland i det nasjonale programmet "Kartlegging og overvåking av biologiske mangfold". Resultatene er beregnet ut fra kunnskap om dybde, bølgeeksponering og terrengegenskaper.

langs norskekysten fra ytre til indre områder må det identifiseres og klassifiseres 12 hardbunnsklasser (to vertikale soner for 6 kystvanntyper: eksponert, middels eksponert og beskyttet Kyst, Fjord, Poll og Strømrrike sund). For bløtbunn må en i tillegg til de to vertikale sonene skille mellom kornstørrelsen til substratet. En regner med å måtte identifisere og klassifisere minst 22 habitatklasser for bløtbunn (de tre kysttypene er slått sammen til én, og en regner ikke med å finne alle substratypene i Fjord og Poll. Strømrrike sund utgår på bløtbunn siden en regner med stort sett hardbunn i slike områder).

I planene som legges med tanke på utvikling av referansenettverk for å etablere og overvåke økologisk status for norske kystvanntyper, er det foreslått overvåkning i 11 kystavsnitt. Disse skal dekke de fire økoregionene (Skagerrak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet, to kystavsnitt per økoregion), samt overgangsområdene mellom disse.

Modellering av eksponeringsgrad, kombinert med informasjon fra en dybde-modell, samt informasjon fra DN's fjordkatalog gir tilstrekkelig informasjon

til å kunne stedfeste forekomsten av disse habitatene på hardbunn langs norskekysten. For bløtbunn vil det foreløpig ikke være mulig å skille mellom substratklasser, men på sikt, dersom en får landsdekkende strømmodeller, vil sannsynligvis dette også være mulig.

Utviklingen av modellene gir forskerne innsikt i hvilke faktorer som er viktige for naturtyper og arters utbredelse og vil danne et godt fundament for utvikling av gode design for systematiske innsamlinger og eksperimentelle studier av: struktur og funksjon til de enkelte habitatene/naturtypene; samvirke mellom ulike habitater/naturtyper, og effekten av endringer i ulike faktorer (både menneskeskapt og naturlige).

Overvåking av skadelige planktonalger - status og nye muligheter

Evy R. Lømsland, Torbjørn M. Johnsen, Christine D. Olseng, Thomas Rohrlack, Dominique Durand og Kai Sørensen

NIVA har lang tradisjon i overvåking av skadelige planktonalger både i ferskvann og i marint miljø. Ved mikroskopisk analyse av innsamlede vannprøver registreres potensielt skadelige alger. NIVA satser også på nye typer overvåkingsmetodikker, og har bl.a. installert sonder for kontinuerlig registrering av miljødata og utstyr for automatisk prøvetakning på ferger og på Hurtigruten. Dette gjør det mulig å overvåke mer enn 80 % av norskekysten og nære havområder på en enkel og kostnadseffektiv måte. Nye instrumenter på NIVAs analyselaboratorium gir oss også mulighet til å identifisere og kvantifisere alle kjente algetoksiner.

Toksinproduserende planktonalgen *Pretaculatum*.
Foto: Evy Lømsland og Christine Daae Olseng



Planktonalgene er det første leddet i næringskjeden i det pelagisk akvatiske miljø og danner således grunnlaget for livet i innsjøer og i havet. Masseblomstringer av planktonalger er naturlige hendelser som forekommer årlig (våroppblomstringen langs kysten og oppblomstringer om sommeren

i mange innsjøer). Enkelte av planktonalgene er giftproduserende. Giftalgeproblematikken er kompleks og giftigheten kan variere innenfor én og samme art. Noen alger kan også være skadelige på grunn av sin utforming og kan for eksempel føre til mekaniske skader på gjeller hos fisk eller blokkering av vanntransporten over gjellene. Generelt synes masseblomstring av alger, bare på grunn av høy algekonsentrasjon, å kunne ha en negativ innvirkning på fisk i form av for eksempel nedsatt appetitt.

I forhold til det totale antall algearter utgjør imidlertid de giftproduserende/skadelige artene kun en liten andel. Generelt er oppblomstring av giftige alger uforutsigbare og forekomstene varierer fra år til år. Farenivåene for de enkelte artene er også svært forskjellige. Noen er skadelige ved svært lave konsentrasjoner (100 celler pr. liter), mens andre må forekomme i høye konsentrasjoner (>1 million celler pr. liter) for å forårsake skade.



Eksempler på planktonalger som kan produsere toksiner i norske kystfarvann, fra venstre *Karenia mikimotoi*, cf. *Chattonella* og. Fotos: Evy Lømsland og Christine Daae Olseng.

Påvisning av toksisitet ble tidligere i stor grad gjort ved bruk av biologiske tester der en så på effekter på andre organismer. De senere årene har utvikling av gode kjemiske analysemetoder for algetoksiner ført til at kjemiske analyser nå er vanlig. Enkelt testutstyr (testkits) er også utviklet for påvisning og kvantifisering av enkelte algetoksiner. Toksinanalyser kan nå gjennomføres ned på enkeltcellenivå.

De toksinproduserende algene deles gjerne inn i to grupper - humantoksiske og fisketoksiske. Til gruppen humantoksiske hører de artene som er skadelige for mennesker enten direkte eller indirekte ved at gifter akkumuleres i for eksempel skjell som mennesker spiser. De fisketoksiske algene omfatter de artene som er giftige for fisk. I enkelte tilfeller kan en art være både humantoksiske og fisketoksiske.

Giftige/skadelige alger utgjør både en helsemessig og økonomisk risiko. I Norge har algetoksiner medført forgiftninger med dødsfall som følge både hos mennesker, dyr og fisk. Fiskedød på grunn av giftige/skadelige alger har ført til store økonomiske tap for akvakulturnæringen. Innenfor landbruket har algeblomstringer i ferskvann ført til tap av buskap. For å forhindre slike hendelser er overvåking av giftige/skadelige alger et viktig forebyggende tiltak.

Overvåking av skadelige alger i ferskvann

NIVA har lang tradisjon for overvåking av giftproduserende alger (spesielt blågrønnalger) og deres toksiner i vassdrag. Dette har resultert i et unikt sett med langtidsdata fra innsjøer de siste de 20-30 år (f.eks. i Steinsfjorden, Akersvannet, Mjøsa og Vansjø). I tillegg får NIVA stadig tilsendt vannprøver fra kommuner, vannverkseiere og enkeltpersoner for å påvise ev. innhold av giftproduserende alger. Dette skjer i de fleste tilfeller i perioder med masseoppblomstringer, og resultatene representerer en viktig erfaringsbase for NIVA.

NIVAs erfaringer tilsier at de fleste episoder med giftproduserende alger i vassdrag kan knyttes til masseforekomster av blågrønnalger av slektene *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanizomenon* og *Planktothrix*. Masseutvikling av disse artene forekommer hyppig på Østlandet og Vestlandet til bekymring både for myndigheter og lokalbefolkning. Gjennom årene har disse algene vist seg å produsere potente toksiner, både hepato-toksiner (microcystiner), neurotoksiner og andre uidentifiserte toksiner. Våre erfaringer viser at det ikke er noen sammenheng mellom giftighet og artssammensetning. NIVAs overvåkingsprogrammer for algetoksiner omfatter derfor både artsbestemmelse og kjemisk analyse av toksiner.

Resultater fra algeovervåking i vassdrag 2004

I 2004 mottok NIVA vannprøver fra mer enn 20 innsjøer på Østlandet og Vestlandet. 80 % av prøvene var dominert av arter innen slekten *Anabaena* sammen med *Microcystis*, *Planktothrix* eller *Aphanizomenon*, men de fleste inneholdt ikke målbare mengder toksiner. Imidlertid fant vi betydelige toksinkonsentrasjoner blant annet i prøver fra Steinsfjorden på Ringerike, Tunevannet ved Sarpsborg og Stovivannet i Bærum.

En spesiell situasjon oppsto i Vansjø ved Moss i 2004.

En uvanlig varm vår utløste en betydelig oppblomstring dominert av *Microcystis*. I august utviklet det seg en ny oppblomstring dominert av *Anabaena*. Ingen av disse resulterte i toksininnhold i vannet, men førte til en betydelig oppmerksomhet i pressen og førte til at flere badeplasser ble stengt.

Nye analyseteknikker

I dag blir vannprøver som sendes til NIVA analysert både vha. kjemiske metoder (ELISA) og i noen tilfeller også vha. biotester utført av samarbeidende institutter. Fra 2005 vil NIVA få kapasitet til å utføre rutinemessig analyse med LC/MS/MS-teknikker. Dette tillater oss å identifisere og kvantifisere alle kjente toksiner som produseres av alger. I tillegg kan vi med dette utstyret analysere toksiner som er ukjente i dag.

Overvåking av marine skadelige alger

Overvåking av planteplankton i marint miljø har vært og er fremdeles en lite prioritert oppgave i Norge i motsetning til andre nordiske land som har langtidsserier flere tiår tilbake i tid. Det lengst overvåkte området i Norge er Oslofjorden som ble overvåket på grunn av eutrofieringssituasjonen, men langtidsovervåkingen dekker i hovedsak bare sommermånedene. Den eneste lokaliteten i Norge som har vært overvåket sammenhengende i 13 år og som dekker hele årssyklusen og i tillegg har en fullstendig opparbeidelse av planteplanktonforekomstene, er en stasjon ved Arendal (st. 2) som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking - Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge.

Eutrofieringsproblematikk og økt bruk av kystsonen i akvakultursammenheng de senere år har bidratt til økt fokus på behovet for algeovervåking. NIVA har en hovedrolle i flere statlige overvåkingsprogrammer og gjennomfører betydelig overvåking for fiskeoppdrettsnæringen og skjellnæringen. I norske kystfarvann er det arter innenfor gruppene dinoflagellater og flagellater som til nå har bidratt til de mest alvorlige problemene for akvakulturnæringen.

En omfattende overvåking i statlig regi startet opp på begynnelsen av 1990-tallet da flere overvåkingsprogrammer ble satt i gang. Dette gjelder spesielt Statlig program for forurensningsovervåking - Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge, overvåking av humantoksiske alger i regi av Statens Næringsmiddeltilsyn (nå Mattilsynet) i form av overvåkingsprogrammet "Algetoksiner i skjell-kostholdsråd til publikum" og fra 1999 også i regi av Fiskeridirektoratet ved "Overvåkingsprogrammet for skjell som høstes og omsettes kommersielt", som nå videreføres i regi av Mattilsynet. I tillegg ble Miljøverndepartementets program for havmiljøovervåking og varsling (HOV) etablert, men dette ble nedlagt allerede i 1994.

Det eneste landsomfattende overvåkingsprogrammet i dag med ukentlig prøveinnsamling og rapportering er Mattilsynets publikumsrettede program for overvåking av algetoksiner i skjell. Resultatene av toksinanalyser utført av Norges Veterinærhøyskole og algeanalyser utført blant annet av NIVA gjøres hver uke tilgjengelig via Internett (<http://matportalen.no>), tekst-TV og blåskjelltelefonen.

Overvåking av fisketoksiske alger og andre skadelige alger som kan være et problem for oppdrettsnæringen, må i dag i stor grad ivaretas av næringen selv. På grunn av at en slik overvåking ofte krever oppsyn med et stort område og derfor er kostnadskreven, er det bare de største aktørene i markedet som har økonomi til denne type overvåking.

Etter nedleggingen av HOV har de involverte partene i Mattilsynets overvåkingsprogram på dagnad tatt på seg et samfunnsmessig ansvar med å sammenstille alle viktige algedata og rapportere disse sammen med informasjon om skadelige/toksiske algeforekomster langs hele norskekysten. I hele algenes vekstsesong legges denne informasjonen i slutten av hver uke ut på Internett (<http://algeinfo.imr.no>)

Algeovervåking relatert til skjell - bakgrunn og relevans

I forhold til mange andre land i Europa har det i Norge vært liten tradisjon for bruk av skjell til mat. I løpet av de siste tiårene har imidlertid både konsum av skjell innenlands og eksport av skjell økt, og vi har nå en voksende skjellnæring med store muligheter og utfordringer. En av utfordringene er forekomsten av giftige alger som fører til akkumulering av humantoksiske gifter i skjell.

Det første kjente forgiftningstilfellet som i nyere tid kan settes i sammenheng med DSP (diaré-gift) ble registrert i 1870, og i 1901 førte PSP (neurotoksin) i skjell til to dødsfall i Sør-Norge. Fram til begynnelsen på 1980-tallet var kontrollen av skjell i Norge begrenset til relativt sporadiske analyser av PSP på noen få lokaliteter. Tidligere

antok en at akkumulering av PSP bare kunne forekomme i områder med sterk forurensning og blomstringskonsentrasjoner av dinoflagellaten *Alexandrium tamarense*, og risikoen for å bli PSP-forgiftet var satt til perioden mai-juli. I dag vet vi at flere arter innen slekten *Alexandrium* er potensielle toksinprodusenter og at de kan forekomme hele året langs hele den norske kyststripen uavhengig av forurensning. Vi vet også at et antall på bare 200 celler/l, som er dagens faregrensenivå, kan være nok til at PSP-gift akkumuleres i skjell.

Flere forgiftningsepisoder relatert til PSP og DSP videre utover i 80-årene bidro til å sette fokus på behovet for en mer systematisk og landsdekkende overvåking relatert til giftige skjell. I tillegg førte utviklingen av skjellnæringen med kommersiell omsetning av skjell til at overvåking av potensielt giftige alger og kontroll av algetoksiner i skjell ble nødvendig.

I dag er alle som omsetter skjell pålagt av myndighetene å levere inn delprøve fra skjellpartiet som skal omsettes, til kjemisk toksisitetsanalyse eller biologisk test (musetest) samtidig som vannprøver for mikroskopiske analyser av potensielt toksiske alger blir tatt. Toksin-nivået i skjellene og forekomsten av skadelige alger må ligge under fastsatte faregrenser før høstingstillatelse blir gitt. Forlengelse av høstingstillatelsen kan gis på bakgrunn av mikroskopiske analyser av vannprøver fra lokaliteten.

Algeovervåking relatert til oppdrett av fisk - bakgrunn og relevans

De mange oppdrettsanleggene som ble etablert i siste halvdel av 1900-tallet, førte til at blomstringer av giftige alger kunne få store økonomiske konsekvenser. Ettersom fisk i merder er helt stedbundne og ikke kan svømme bort under algeblomstringer, bidro også oppdrettsanleggene til at forekomster av giftige alger lettere ble oppdaget og satt i fokus.

Første blomstring av den fisketoksiske dinoflagellaten *Karenia mikimotoi* (syn: *Gyrodinium aureolum*) i Europa ble registrert i norske farvann i 1966, og masseblomstring førte

i 1976 til fiskedød i oppdrettsanlegg. Til tross for flere slike episoder opp gjennom årene var det blomstringene av flagellatene *Chrysochromulina polylepis* i Skagerrak i 1988 og *Prymnesium parvum* i Sandsfjordsystemet i Rogaland i 1989, som satte fart i algeovervåkingen i Norge. Begge artene førte til betydelig fiskedød som påførte fiskeoppdrettsnæringen store økonomiske tap. I tillegg til fiskedød ble det etter *Chrysochromulina polylepis*-blomstringen påvist store økosystemskader langs store deler av Sørlandskysten.

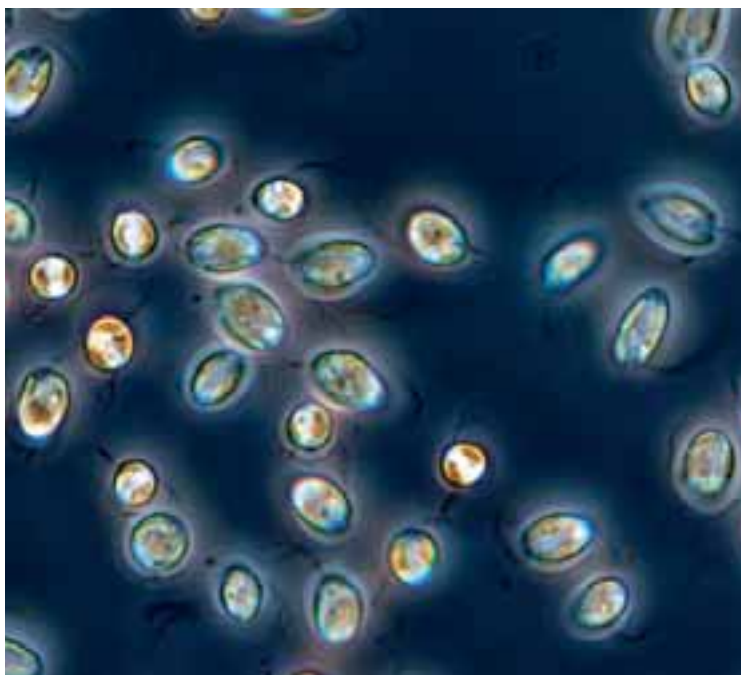
Nytteverdien av algeovervåking relatert til fiskeoppdrett ligger i de mulighetene en tidlig varsling av skadelige algeblomstringer kan gi med hensyn på å treffe tiltak. For eksempel kan slakteferdig fisk slaktes ned før en eventuell blomstring når fram til lokaliteten. I andre tilfeller kan tidlig varsling gi muligheter til å sette i gang andre tiltak (skjørt rundt merdene, strømsettere, etc.) for å redusere farene for økonomisk tap.

Nye overvåkningsmetodikker

NIVA har nå under utvikling et konsept for integrering av ulike typer overvåkningsmetodikker for å kunne gi best mulig informasjon om algeforekomstene langs norskekysten. I tillegg til mikroskopiske analyser av manuelt innsamlende vannprøver fra faste stasjoner overvåker NIVA norskekysten og nære havområder fra Skagerrak til Kirkenes ved bruk av ferger i faste ruter og satellittobservasjoner.

Overvåking av algeblomstringer ved hjelp av satellittdata har vært en satsning siden blomstringen av *Chrysochromulina polylepis* i 1988. Metodikken er under kontinuerlig utvikling og nye konsepter kan tilpasses oppdrettsnæringens behov. Satellittdata vil nå også kunne anvendes i forbindelse med algeovervåking i fjorder og store innsjøer.

NIVA har utviklet et nettverk av sanntidsmålinger basert på on-line registrering av miljødata og mengde på fire fergeruter. På skipene er det automatisert vannprøvetaking for kjemiske analyser og mikro-



Prymnesium parvum. Eksempel på planktonalger som kan produsere toksiner i norske kystfarvann. Foto: Evy Lømsland og Christine Daae Olseng

skopiske analyser av algeforekomster. Posisjoner for vannprøvetaking langs skipsrutene kan tilpasses kunders spesifikke behov. Ved at ny teknologi tas i bruk, vil omtrent 80 % av Norges kystlinje være dekket med en frekvens på én til fem dager avhengig av aktuelle fergeruter i området. Skipene passerer områder med oppdrettsvirksomhet og vil derfor kunne bidra til å gi næringen verdifull informasjon om miljøtilstanden lokalt, regionalt og nasjonalt. Utstyret for vannprøvetaking ombord i skipene gir muligheter til raskt å øke observasjonsfrekvensen innenfor aktuelle områder i perioder med skadelige algeblomstringer.

I tillegg til overvåking av miljøtilstand benyttes dataene fra ferger til validering av satellittdata i nær sanntid, og ferjedataene bidrar derfor til å øke satellittovervåkingens potensiale. Integreringen av de ulike overvåkningsaktivitetene (fra satellitt til mikroskop og toksisitetstesting) vil gi en bedre overvåking og varsling av algeforekomster generelt og skadelige algeblomstringer spesielt.

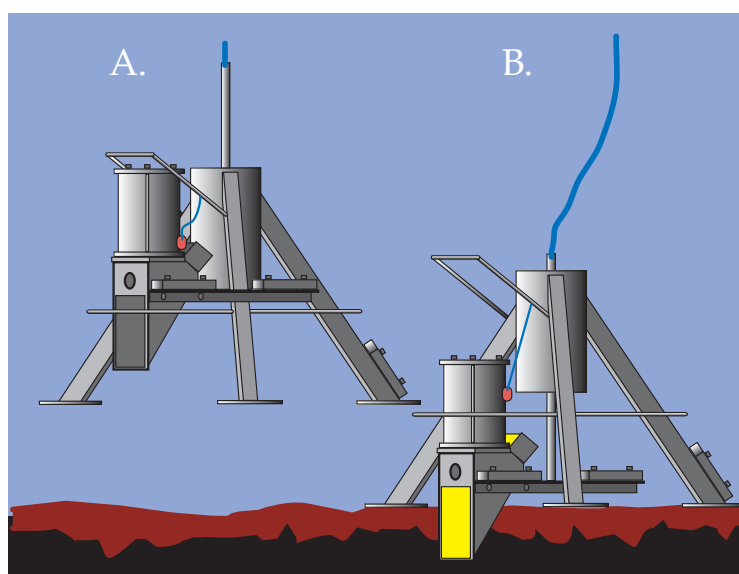
Analyse av bløtbunn med sedimentprofil-kamera

Hans Nilsson

NIVA har tatt i bruk en ny metode for kartlegging og klassifisering av marin bløtbunn: sedimentprofil-kamera (Sediment Profile Imaging; SPI). Metoden brukes i Sverige, Tyskland, Storbritannia, Irland og USA, men har tidligere ikke har vært benyttet i Norge. Metoden er nyttig for å dokumentere miljøstatus i bløtbunnsfauna, spredning av muddermasse, effekter av trålfiske, habitatskartering, kartlegging av spredning av borekaks rundt offshoreanlegg o.a., og åpner for en rask og rimelig kartlegging av sedimentene.

Teknikken kan sammenliknes med et omvendt periskop som ser horisontal inn i de 20 øverste cm av sedimentet. Bildet, som er 18 cm bred og 25 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben (se illustra-

sjon under). Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom denne glassplaten via et skråstilt speil. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet.

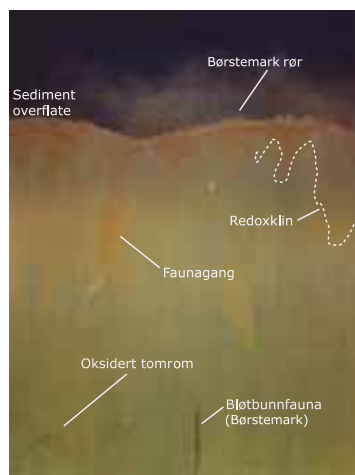
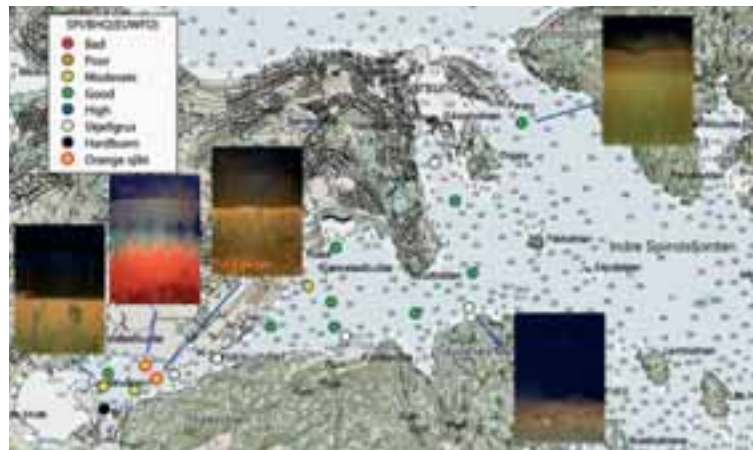
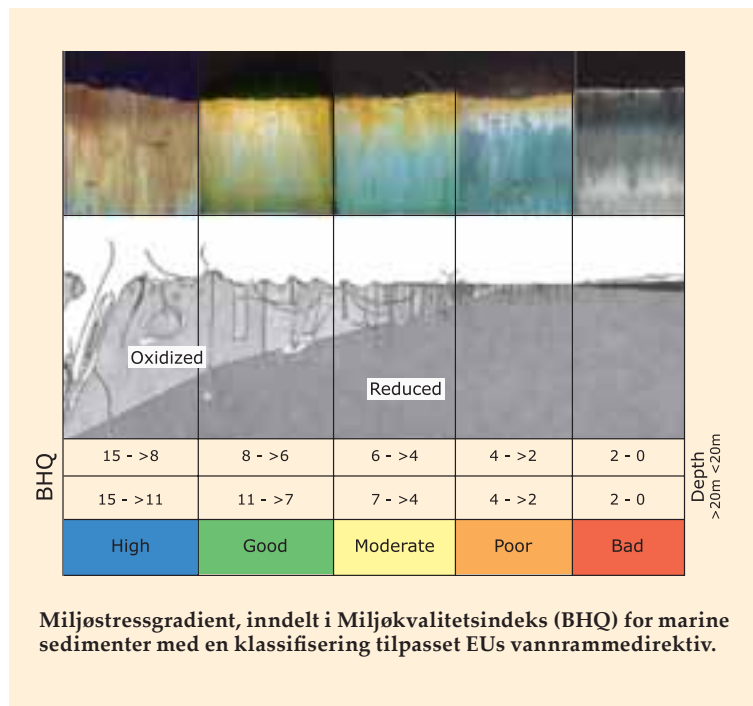


Prinsippskisse for SPI-kamera. (A) Kamera og rigg over bunnen. (B) Kamera med prismet har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres.

En fordel med metoden er at den er rask og kostnadseffektiv da analysekostnaden per prøve er lav. Ved gode forhold kan en foreløpig analyse utføres allerede ved prøvetakningen, ved at digitale bilder blir tilgjengelige for analyse umiddelbart etter at opptakene er gjort.

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks ut fra strukturer på sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegroper og ekskrementhauger) og strukturer under sediment-overflaten (bløtbunnsfauna, faunaganger og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen (Benthic Habitat Quality index; BHQ indeks), varierer på en skala mellom 0 og 15. Denne indeksen kan siden sammenliknes med Pearson & Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksjonsstadium. Fra denne modellen kan bunnmiljøet klassifiseres i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv.

NIVA videreutvikler nå metoden slik at den kan inngå ved forskjellige typer kartlegging av sedimenter, tiltaksplaner for forurensete sedimenter; bestemmelse av bløtbunnsfaunaens tilstand, faunaens påvirkning på fluks av miljøgifter ut fra sedimentet og karakterisering av potensialet for spredning av forurenset sediment pga. oppvirvling fra skipstrafikk. Metoden kan også brukes etter at tiltak er gjennomført for å kartlegge effekter av fjerning eller overdekning av forurensete sedimenter.



Eksempel på SPI-bilde av en sedimentprofil, øverst er grensen mellom vann og sediment. Bildet er i virkeligheten 18 cm bredt og 25 cm høyt.

SPI kan brukes ved:

- Karakterisering av bløtbunnsfaunaens suksjonsstadium
- Kartlegging av sediment-typer og bunnmiljø
- Karakterisering av geo-kjemisk sedimentmiljø og kapasitet for organisk omsetning
- Dokumentasjon av f. eks. miljøgradienter, ved punktutslipp av organisk materiale og miljøgifter
- Beskrivelse av virkninger av tiltak (dumping, oppvirvling).

Tiltak mot forurensning fra sedimenter – bruk av modeller som kunnskapsbasert beslutningsstøtte

Kristoffer Næs, Jarle Molvær,
Frode Uriansrud

Forurensede sedimenter i havner og fjorder er et av de viktigste miljøproblemene i Norge i dag. NIVA mener at håndtering av dette må hvile på en kunnskapsbasert forståelse av omfang, konsekvenser og muligheter for tiltak. Vi tilbyr derfor et sett av modellverktøy som hjelp for beslutningstakere og problemeiere.

I historisk perspektiv har forurensende utslipp fra industri og menneskelig aktiviteter medført høye konsentrasjoner av miljøgifter i mange kystøkosystemer. Mange steder har påvirkningen vært av en slik karakter at myndighetene har utstedt advarsler knyttet til konsum av sjømat, i noen områder også restriksjoner på kommersielt fiske.

I de senere år har det imidlertid blitt gjennomført store utslippsbegrensede tiltak. Hovedbekymringen i mange områder i dag er derfor knyttet til betydningen av miljøgiftene som allerede ligger lagret i sedimentene. Disse kan representere mange 10-års utslipp og kan være en kilde til forurensning i lang tid etter at utslippene er stoppet. Behovet for tiltak mot forurensning fra slike sedimenter er dermed ofte knyttet til problemstillinger rundt fare for spredning av miljøgifter og til opptak i organismer, da særlig til fisk og skalldyr som selges til konsum.

Tiltak mot forurensede fjord-sedimenter vil som regel være svært kostnadskrevede samtidig som det kan være usikkert hva man kan oppnå av forbedring i vannforekomsten

ved et lokalt tiltak. NIVA tar derfor i bruk forskjellige typer matematiske modeller som beslutningsstøtte for forvaltere og problemeiere. Modellene har forskjellig kompleksitet og kan vektlegge problemstillinger som spenner fra beregning av utlekking av miljøgifter fra sedimentet, oppvirvling og spredning av forurensede partikler til akkumulering av miljøgifter i organismer. Dermed kan de være til god hjelp for å kvantifisere betydningen av sedimenter for forurensningstilstanden i et område, og nytteverdien av ulike tiltak.

For noen representerer modeller selve sannheten, mens andre kan ha liten tiltro til modeller generelt. Matematiske modeller er ikke annet enn en beskrivelse av et sett av strukturerte tanker uttrykt ved matematiske ligninger. Konsentrasjonen i sediment eller i en organisme vil ofte være bestemt av et samspill mellom fysiske, kjemiske eller biologiske prosesser og fordelene ved en modell er at den kan beskrive denne koblingen mellom prosessene. På den annen side er det innlysende at resultatene som modellen gir ikke blir bedre enn kvaliteten og sikkerheten i inngangsdataene

og det faglige skjønnet som ofte må utøves i valg av koeffisienter. En viktig tilleggsinformasjon ved bruk av modeller er at de gir bedre forståelse av systemet og prosessene.

NIVA mener at det er nyttig å belyse problemstillingene fra forskjellige synsvinkler, gjerne med forskjellige typer av modeller for å få et så godt resultat som mulig. Vi har derfor dels tatt i bruk, dels har vi under innarbeiding en rekke modeller. I det etterfølgende gis eksempel på noen av disse modellene som brukes.

Enkle sprednings- og transportmodeller

Disse modellene skiller seg fra de mer avanserte ved at de i hovedsak beskriver stasjonære forhold, og dermed i liten grad er knyttet opp mot kompliserte mønstre for vannbevegelser eller dynamikken i systemet.

Enkle modeller kan være egnet til å bedømme utlekking av miljøgifter fra sedimentene til vannmassen på kort og lang sikt og til å vurdere sedimentene som aktiv kilde til forurensning av organismer. Fordi modellene ikke krever så mye input-data

er de enkle å bruke og er bl.a. nyttige til en første vurdering av størrelsen av en konsentrasjon eller fluks. Derimot krever slike modeller tilsvarende stor faglig innsikt i vurderingen av resultatene.

I forbindelse med mudring og dumping av forurensede masser er det ofte en risiko for at spredning av løste og partikulært bundne miljøgifter fører til forurensning av omgivelsene. Ved slike problemstillinger anvender vi modeller som beskriver spredning av forurensning ved ulike mudrings- og dumpemetoder, ulike sedimentkonsen-

	Navn	Stoffer	Kort beskrivelse
Enkle modeller	Risikovurdering av forurenset sediment	Organiske miljøgifter og metaller	I Risikoveilederen beskrives transport av miljøgifter fra sediment til vannmassene via diffusjon og biologisk omveltning (bioturbasjon), oppvirvling som følge av vannstrømmer, bølger og skipstrafikk og spredning gjennom opptak i organismer.
	CDFATE	Metaller og organiske miljøgifter	Simulerer oppvirvling og spredning av miljøgifter i forbindelse med deponering av forurenset sediment.
	CEMC Sedimentmodell v2 (2004)	Organiske miljøgifter	Modellen er utviklet ved Canadian Environmental Modelling Centre (nov. 2004). Modellen beregner fluksen av miljøgifter i overgangen mellom sediment og vann basert på fysiske/kjemiske egenskaper og total konsentrasjonene i sediment og vann.
	DREDGE	Metaller og organiske miljøgifter	Simulerer oppvirvling og spredning av miljøgifter i forbindelse med mudring av forurenset sediment.
	RECOVERY	Organiske miljøgifter	Matematisk modell utarbeidet av U.S. Army Corps of Engineers for bl.a. å beskrive miljøgiftkonsentrasjonen i vannmassene og sedimentene, samt fluks av miljøgifter fra sediment til vann.
	Egenutviklet regneark for beregning av metallflukser fra sedimenter	Metaller	Enkelt regneark som gjør det mulig å beregne flukser av metaller fra sediment til vannfasen. Modellen er avhengig av inputdata fra porevannkonsentrasjoner, sediment porøsitet, tetthet, vannkonsentrasjon og noen koeffisienter.
	Mass balance model	PCB og PAH	Excel-basert regneark-modell benyttet på å beregne flukser av PAH og PCB i San Francisco-bukten.
Avanserte modeller	ICM -TOXI (ICM -QA)	Organiske miljøgifter og metaller	ICM-TOXI er utviklet av U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station for studier av eutrofiering og transport av miljøgifter.
	DIG	Dioksiner	Bokmodell som beskriver flyten av dioksiner i det abiotiske og biotiske miljøet i Grenlandsfjordene.
	SEDFLEX	Organiske miljøgifter	Videreutvikling av DIG-modellen til et fleksibelt verktøy med lav brukerterskel som kan anvendes på akvatiske miljø generelt. Inkluderer usikkerhet- og økonomiske kost/nytte-analyser. Særlig velegnet i forbindelse med tiltak mot forurensede sedimenter
	WASP6	Organiske miljøgifter Kvikksølv	WASP (Water Quality Simulation Program) er utviklet av USEPA for modellering av eutrofiering og miljøgifter (organiske miljøgifter og en egen modul for kvikksølv).

Oversikt over noen modeller som er vurdert for beregning av spredning og transport av miljøgifter ved ulike tiltak i et fjordområde.

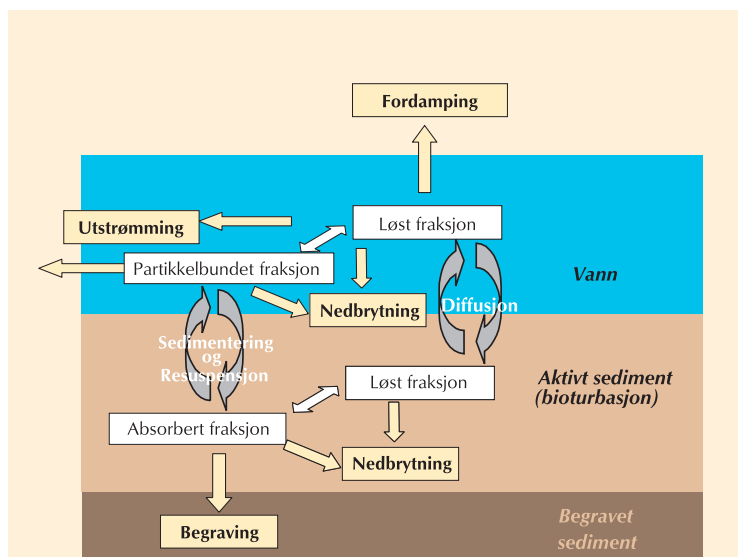
trasjoner, partikkelstørrelser, dyp, strømforhold, osv.

Avanserte modeller

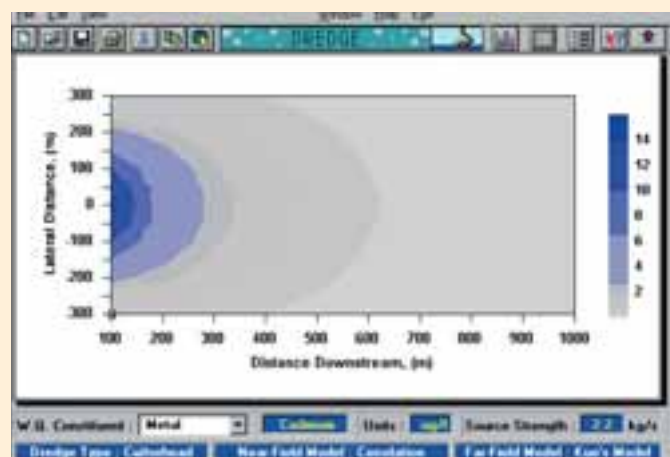
I de avanserte transportmodellene inngår tredimensjonal vannbevegelse som en del av modelleringsgrunnlaget. Slike modeller kan beregne transporten av forurensede partikler ut og inn av et område. Dette kan være viktig i sammenheng med vurdering av tiltak i enkelte områder. Tredimensjonal modellering av partikkeltransport gjøres nå i Vågen, Bergen havn.

Modeller som beskriver hvordan miljøgifter i sedimentene opptas og oppkonsentreres i organismer er sannsynligvis de mest spennende verktøyene for tida. Her kan vi nevne modellene DIG (Dioksiner I Grenland) og SEDFLEX. I samarbeid med andre forskningsinstitutter i Norge og Sverige har NIVA utviklet DIG-modellen som beskriver flyten av dioksiner både i det abiotisk og biotiske miljøet i Grenlandsfjordene. Her kan man f.eks. illustrere hvilken effekt opprensning i forurensede sedimenter i området omkring Herøya vil ha for konsentrasjonene i torsk i Frierfjorden eller i området utenfor. Modellverktøyet brukes nå av forvaltere og problemeier for å synliggjøre effekten av forskjellige tiltaksscenarioer.

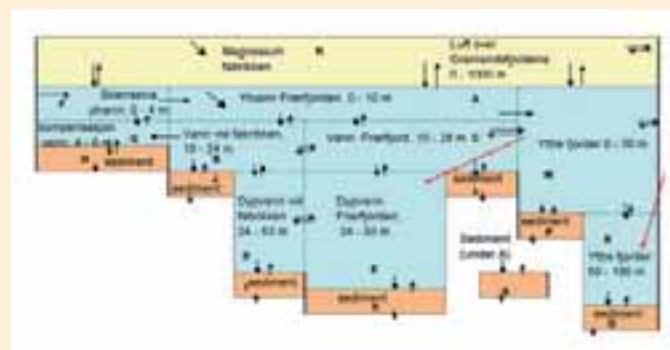
DIG-modellen var en dioksin-spesifikk modell for Grenlandsfjordene. NIVA mener imidlertid at dette er et verktøy som kan anvendes på miljøgiftproblematikk i vannforekomster generelt. DIG-modellen er nå videreutviklet til et fleksibelt verktøy med lav brukerterskel. Videreføringen av denne modellen er kalt SEDFLEX. Her inngår også usikkerhetsanalyser og muligheter for økonomiske kost-/nytteanalyser. Dette vil gi vesentlig informasjon for beslutningstakere i forbindelse med tiltak mot forurensning fra sedimenter.



Illustrasjon av en del prosesser i sediment som i varierende grad beskrives av enkle modeller



Eksempel på resultatpresentasjon i modellen DREDGE. Figuren viser konsentrasjon av kadmium nedstrøms en mudringsoperasjon.



Multimedia bokmodell for Grenlandsfjordene hvor transporter mellom luft, vann og sediment beregnes.

Klimagassen CO₂ som et problem i marint miljø – hva gjør NIVA?

John Arthur Berge og Lars Golmen

Mesteparten av den CO₂ som slippes ut i atmosfæren fra forbrenning av fossilt brennstoff vil etterhvert løses opp i havet. Utslipp av CO₂ til atmosfæren har allerede ført til en målbar økning av CO₂-konsentrasjonen i havvann. Det har imidlertid vært lite fokus på problemstillinger knyttet til mulige miljøeffekter av dette. Forsuring er en effekt som trolig vil finne sted, først i overflatevannet og senere i dypere vannlag.

I regi av FN-organisasjoner (SCOR/IOC/UNESCO) ble det i mai 2004 gjennomført et symposium med tittelen: "The Ocean in a High-CO₂ World". En av konklusjonene av symposiet var at fremtidens hav kommer til å bli forsuret dersom CO₂-utslippene ikke bringes under kontroll. pH-forandringer i havet vil kunne få konsekvenser for marint liv, særlig for organismer med kalkskall (kalsiumkarbonat), som f. eks koraller. Nyere undersøkelser viser at også pigghuder (sjøstjerner, kråkeboller o.l.) kan være følsomme for reduksjoner i pH.

Undersøkelser som NIVA nylig har gjennomført tyder på at blåskjell, som lever i overflatevannet hvor en naturlig har relativt store pH-endringer, også kan være følsomme for forsuring. Det er imidlertid ikke bare forsuringen i seg selv som kan være et problem. Vannets surhetsgrad påvirker også kjemiske likevekter i sjøvann. Blant annet vil det skje endringer i tilstandsformer av fosfat, silikat og ammonium.

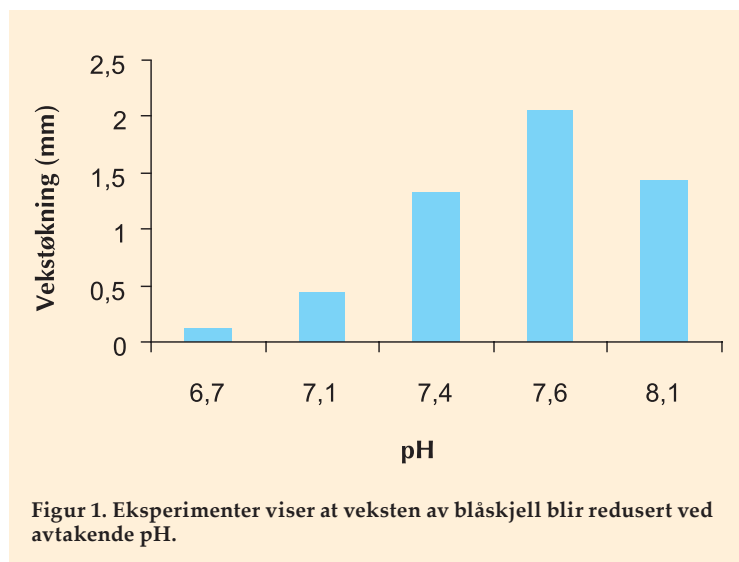
Den stadig økende konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren fører også til temperaturheving som har vært langt mer i fokus enn effekten av mer CO₂ i havet.

Forskningsmiljøer rundt om i verden har derfor lett etter metoder for å bremse økningen av CO₂ i atmosfæren. Industriell innfangning av CO₂ med påfølgende deponering i dyphavet (havlagring) eller lagring i geologiske strukturer under havbunnen, er metoder som er lansert for å redusere de direkte utslippene av CO₂. Ved lagring i geologiske strukturer under havbunnen, som det er mye snakk om også i Norge nå, er lekkasjer til overliggende havvann med negativ påvirkning av organismer i nærområdet en mulig konsekvens. Det ligger derfor i sakens natur at uansett om en gjennomfører avbøtende tiltak eller ikke så vil problemstillinger rundt miljøeffekter av økte CO₂-konsentrasjoner i marint miljø være relevante.

NIVA har gjennom flere år arbeidet med problemstillinger om mulige effekter av klimagassen CO₂ i marint miljø. Arbeidet startet med "International Project on Ocean CO₂ Sequestration" der en tok sikte på å gjennomføre et forsøk med deponering av CO₂ i dyphavet nær Hawaii og senere utenfor kysten av Trøndelag. Hensikten med forsøket var å fremskaffe informasjon om

hvordan en på best mulig måte og med minst mulig miljøeffekt kunne deponere CO₂ i havet og dermed avlaste atmosfæren noe for slike utslipp. Pga. press fra ulike hold, blant annet miljøorganisasjoner, endte det imidlertid med at både amerikanske og norske miljømyndigheter trakk tilbake tillatelsene til å gjennomføre forsøkene og disse måtte derfor skrinlegges eller utsettes.

Arbeidet med vurderinger av miljøeffekter av CO₂-lagring stoppet imidlertid ikke opp og i 2004 ble NIVA med i et "NoE CO₂GeoNet" (Network of Excellence on Geological Sequestration of CO₂) innenfor EUs 6. rammeprogram. EU støtter nettverket over en periode på 5 år, men det ligger en forventning hos kommisjonen om at det skal overleve og bli selvgående langt ut over denne perioden, i tråd med det langsiktige perspektivet som forskning på klimatiltak innebærer. Den økonomiske rammen for nettverket er ca. 10 mill. euro, fordelt på 13 partnere. Nettverket koordineres av British Geological Survey og har foruten Norge partnere i England, Tyskland, Danmark, Frankrike, Italia og Nederland. Nettverkets partnere er i hovedsak sammensatt av institusjoner som arbeider med geologiske/tekniske problemstillinger ifm. lagring av CO₂ i geologiske strukturer, mens NIVAs rolle i nettverket er knyttet til miljøaspekter med



hovedvekt på spørsmål om hvilke økologisk CO₂-risiko lekkasjer kan representere til i marint og terrestrisk miljø, og tiltak rundt dette.

Formålet med nettverket er å fremme forskning og spre informasjon knyttet til fagområdet lagring av klimagassen CO₂. NoE er en ny mekanisme innenfor EUs forskningsstrategi, med siktemål å integrere nasjonalt og regionalt forankret forskning i et større prosjekt som dekker større deler av EU. Stikkord er styrking av den vitenskapelige kapasiteten i EU, redusert fragmentering av forskningen og økt kunnskap om særskilte prioriterte tema. I denne sammenhengen har

Kommisjonen sett på håndtering og lagring av de store mengdene CO₂ produsert i EU som et særlig viktig forskningstema.

Ut fra problemstillinger knyttet til havlagring og geologisk lagring samt til generelle klimaendringer antas det at kunnskap om effekter av CO₂ på biogeokjemiske prosesser og marine organismer blir etterspurt i fremtiden. NIVA har innledet et samarbeid med forskere fra Plymouth Marine Laboratory (PML) som med midler bl.a. fra det engelske forskningsrådet skal gjennomføre forsøk på NIVAs forskningsstasjon Solbergstrand knyttet til effekter av CO₂ på diversitet og nøkkelorganismer i sediment. NIVA er involvert i disse forsøkene som utleier av forsøksfasiliteter, men vil også med basisbevilgningsmidler være noe med i selve forskningsdelen.

NIVA har også inngått en samarbeidsavtale med RITE (Research Institute of Innovative Technology for the Earth) i Japan. Avtalen går ut på at RITE sammen med NIVA skal gjennomføre forsøk med sin spesialkonstruerte "benthic lander" i Norge. Utstyret er utviklet for å kunne dosere CO₂ til et avgrenset stykke havbunn for deretter å kunne ta prøver av vann og sediment for å studere miljøeffekter i sediment.

Hva forsuring kommer til å bety for livet i havet generelt er for tidlig å si. Det vi imidlertid kan si er at det kommer til å skje

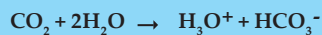


Hva skjer med CO₂ i sjøvann - hvorfor får vi forsuring?

Når CO₂ løses i sjøvann dannes bikarbonat-ion (HCO₃⁻) ved reaksjon mellom CO₂, vann (H₂O) og karbonat-ion (CO₃²⁻).



CO₂ reagerer imidlertid også med vann slik at en får dannet et hydroksyl-ion (H₃O⁺), og med økende CO₂ tilførsel vil også konsentrasjonen av H₃O⁺ øke.



Siden pH er lik den negative logaritmen til konsentrasjonen av H₃O⁺ så vil pH bli redusert med økende tilførsel av CO₂.

Siden den industrielle revolusjon antas det at overflatevannet allerede har blitt utsatt for en reduksjon på ca. 0,1 pH-enheter og med dagens globale utslipp av CO₂ kan det forventes at pH vil synke med fra 0,3 til 0,7 pH-enheter. Dersom utslippene av CO₂ fortsetter uten dempende tiltak tyder prognoser på at havet vil kunne bli utsatt for pH-forandringer som er større enn det som antas å ha funnet sted de siste 300 millioner år.

både biologiske og kjemiske endringer. Langs norskekysten har det de siste tiår vært store endringer i fiskepopulasjoner, vi har sett store endringer/ nedbeiting av tarepopulasjoner med tilsvarende endringer i følgearter av dyr og redusert produksjon. Det har vært lansert mange forklaringsmodeller for dette uten at noen i dag er allment akseptert. Klimaeffekter inklusive oppvarming i havet har vært nevnt som én av flere forklaringer på de negative effektene (bleking) en har observert på koraller rundt om verden. Forsuringsproblematikk knyttet til marine områder har imidlertid inntil nylig vært lite påaktet og det er først de siste 5 år at dette har fått oppmerksomhet internasjonalt. NIVA vil bidra til at denne problematikken nå også får et løft i Norge.



Sneglen *Trivia arctica* (over), sjøstjernen *Asterias rubens* og kråkebollen *Echthrus acutus* (under) er eksempler på arter som er sårbare for endringer i pH i havvann. Fotos: Are Pedersen

Årringer i skjell gir nyttig informasjon i klimaforskningen

Michael Carroll, Akvaplan-niva

De siste 50 årene har den årlige gjennomsnittstemperaturen i Arktis økt med 1-4 °C, og denne temperaturøkning er antakelig årsaken til at tykkelsen på havisen har blitt redusert, utbredelsen av is har blitt mindre og antallet isfrie dager i områder med ettårs is har økt. Endringene i isdekket vil kunne påvirke levevilkårene for plante- og dyrelivet drastisk, og kan dermed forårsake endringer i hele det arktiske økosystemet. Norge og våre interesseområder i nord vil være særlig utsatt for slike endringer. For å kunne forberede oss på hva som muligens vil skje i fremtiden er det viktig å forstå mest mulig om klimaendringer og de effekter som kan forventes.

Årringer på et eksemplar av muslingen *Serripes groenlandicus* fra Rippfjorden på Svalbard.



Det er for tidlig å si sikkert hvordan langtidsvarende endringer i klimaet vil påvirke det arktiske økosystemet. Vi kan likevel få indikasjoner ved å se på hvilke effekter naturlige og kortvarige klimaendringer har på det marine økosystemet.

En viktig forutsetning for å kunne forstå hvilke effekter klimaendringer har på organis-

mer er god bakgrunnskunnskap om biologien til disse organismene og deres geografiske utbredelse før klimaendringer skjer. Vi trenger altså gode historiske data. Det er sparsomt med slik informasjon, spesielt fra arktiske områder, men dette problemet kan løses ved å undersøke langtidslevende organismer som lagrer informasjon om miljøet de lever i.

Akvaplan-nivas forsknings-satsning

Akvaplan-niva har flere klimarelaterte forskningsprosjekt gående og bruker i stor grad dyrelivet på havets bunn som informasjonsbærere for miljøforhold. Man er stadig på jakt etter organismer og metoder som på en mest kostnads-effektiv måte gir informasjon om aktuelle og historisk forhold.

Ett av studiene som Akvaplan-niva har utført, i samarbeid med Bates College og Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) i USA, viser hvordan kortvarige klimaendringer kan påvirke veksten til glatt hjertesjell (Greenland cockle, *Serripes groenlandicus*) i Rijpfjorden på Nordaustlandet.

S. groenlandicus er et langtidslevende, stasjonært sjell som har cirkumpolar utbredelse. Muslinger lagrer informasjon om veksthastighet (vekstringer), fødeopptak ($\delta^{18}\text{O}$ aminosyre analyse) og vanntemperatur og saltholdighet (ved oksygen isotop og Sr/Ca-forhold) i skallet når det vokser. I skallet til *S. groenlandicus* er det dermed gode muligheter for å finne informasjon om tidligere klimatiske endringer i arktiske områder og deres påvirkninger på organismen.

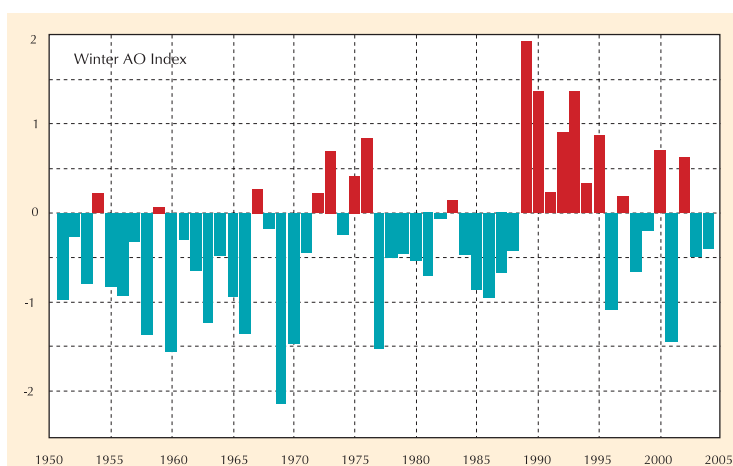
I Akvaplan-nivas studie blir det vist at vekstraten, i dette arbeid gitt ved en standardisert vekstindeks (SGI), er korrelert med Arctic Climatic Regime Index (ACRI). ACRI er knyttet til vekslingen mellom syklonisk og antisyklonisk vinddrevne bevegelser av isen i det sentrale arktiske området. Vekslingen mellom de to regimer skjer hvert 5.-7. år og skyldes endringer i beliggenhet og intensitet av lavtrykk over Island og Aleutene, samt høytrykk over Sibir. Antisyklonisk bevegelse er assosiert med kald og tørr høyarktisk atmosfære og kaldere og saltere hav, mens syklonisk bevegelse gir varmere og våtere klima, samt varmere og ferskere hav. *S. groenlandicus* har ifølge målingene økt vekstrate i år med varmere klima.

Korrelasjonen mellom SGI og ACRI-indeksene er sterkere hvis SGI-dataene forskyves med ett år, hvilket indikerer en viss reaksjonstid på et klimaskifte.

SGI er også korrelert med antall isfrie dager, og vi finner en økt skjellvekst i år med mindre is. I år med lite is vil planteplanktonproduksjonen i Rijpfjorden være større enn i år med mye is, noe som kan tyde på at planteplankton er viktigere føde for *S. groenlandicus* enn isalger, siden veksten hos arktiske organismer ofte er begrenset av føde og ikke av temperatur.

Som nevnt kan muslinger generelt lagre mer informasjon om levevilkår enn bare vekst. Akvaplan-niva og samarbeidspartnere ønsker å undersøke om dette er tilfellet for *S. groenlandicus* de neste årene. Resultatene beskrevet over viser korrelasjoner med storskala klimafenomener (som ACIA) og satellittobservasjoner av isdekke. På grunn av utilgjengeligheten til de fleste plasser i Arktis, vil man ikke ha steds- og tidsspesifikke målinger av temperatur, saltinnhold og primærproduksjon. Men ved hjelp av metodene nevnt over (henholdsvis Sr/Ca-forhold og $\delta^{18}\text{O}$ aminosyre analyse), vil man kunne få denne informasjonen indirekte fra skjellene med en tidsoppløsning ned mot få måneder. Resultater fra dette arbeidet vil kunne vise om fødetilgang og ikke temperatur, er begrensende faktor med hensyn til veksten hos *S. groenlandicus*. Dessuten vil disse målingene kunne brukes til å undersøke om for eksempel ACRI, som er

korrelert med vekstindeksen for *S. groenlandicus* i Rijpfjorden, virkelig har den innvirkning på lokalklimaet som vi regner med. Ved videre å sammenligne veksthastigheten med sjøtemperatur, saltinnhold og data for fødetilgang fra *S. groenlandicus* i forskjellige områder i Arktis (Alaska og Grønland) vil man dessuten kunne få indikasjoner på innvirkningen av store klimaendringer i de respektive områder.



Arctic Climatic Regime Index gir et bilde endringer i klimaet i Arktis. Indeksen kan ha positive eller negative verdier som karakteriserer de atmosfæriske sirkulasjonsmønstrene. Positive verdier indikerer lavere enn normale lufttrykk over polområdet, med bl.a. påfølgende fuktig klima over Skandinavia og Skottland, og tørrere vær rundt Middelhavet. Ved negative verdier av indeksen er klima-situasjonen motsatt.

Strategisk instituttprogram om "Virkninger av klimaendringer på vassdrag og fjorder"

Øyvind Kaste

Det er vel kjent at klimatiske faktorer som temperatur, nedbør og vind påvirker fysiske, kjemiske og biologiske forhold både i ferskvann og marine områder. Med dagens sterke indikasjoner på at klimaet er i endring, forventer en også miljømessige endringer i disse systemene. For å studere mulige endringer i vannforekomstene av ulike scenarier for klimautvikling, har NIVA i perioden 2002-2004 gjennomført et Strategisk Instituttprogram (SIP) om "Virkninger av klimaendringer på vassdrag og fjorder". Prosjektet har i stor grad basert seg på NIVAs allerede sterke stilling innenfor området vassdrags- og fjordmodellering samt et nært samarbeid med klimaforskere ved Meteorologisk institutt (met.no).

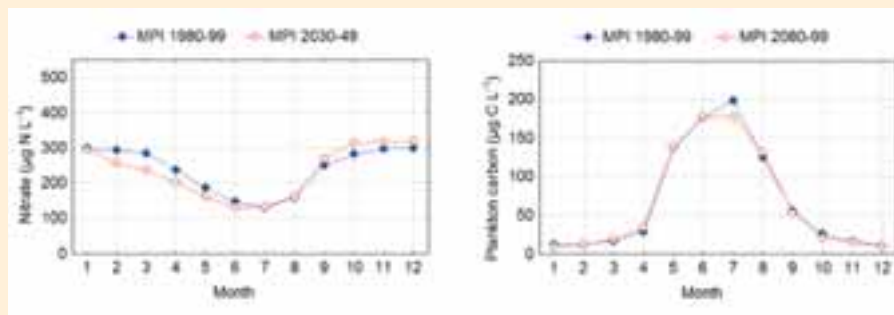
Det er sterke indikasjoner på at klimaet er i endring, og FN's Klimapanel (IPCC) konkluderer med at endringene med stor sannsynlighet kan tilskrives menneskelige utslipp av drivhusgasser. Basert på globale klimamodeller med utslippsscenarioer utarbeidet av IPCC kan det forventes økt lufttemperatur, betydelige endringer i nedbørmønsteret og økt frekvens av ekstremvær i våre områder de neste 50-100 årene.

Hittil har klimaforskningen i Norge i stor grad vært rettet mot utarbeidelse av prognoser for framtidig klimautvikling (f.eks. REGCLIM-prosjektet). Etterhvert som stadig flere og forbedrede scenarier foreligger, ligger nå mye til rette for økt fokus på de miljømessige og samfunnsmessige konsekvensene av et endret klima (klimaeffekt-forskning). På basis av dette fikk NIVA i 2002 tildelt en tre-årig SIP om "Virkninger av klimaendringer på vassdrag og fjorder". De strategiske

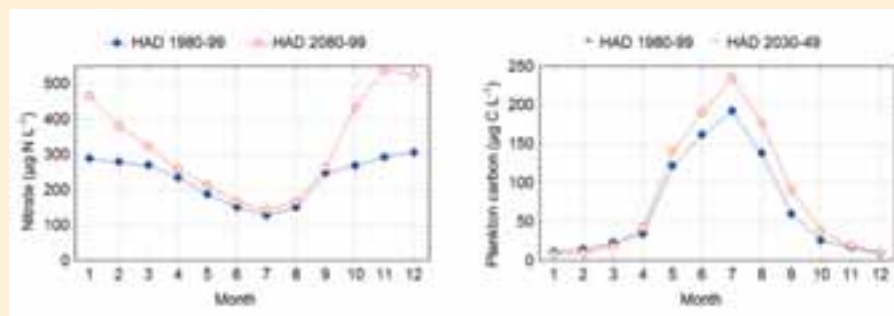
instituttprogrammene (SIP) skal stimulere til langsiktig kompetanseoppbygging innen bestemte fagområder som er av betydning for institutt-sektoren og for miljøvernforvaltningen. Hovedmålet med dette prosjektet har vært å utrede forventede endringer i hydrologiske og vannkjemiske forhold (med hovedvekt på nitrogentransport) i vassdrag og fjorder knyttet til fremtidige klimascenarier. Med dette har det også blitt gitt et viktig hydrologisk og vannkjemisk grunnlag for blant annet biologiske effektstudier.

Virkninger av langtidsendringer i klima på vassdrag og fjorder ble analysert ved samkjøring av fire eksisterende vassdrags- og fjordmodeller. Dette har gjennom prosjektperioden engasjert 8-10 forskere ved NIVA, både innen ferskvann og marine fagfelt. Studiet ble lagt til Bjerkreimsvassdraget med det utenforliggende fjordområdet ved Egersund i Rogaland. Modellkjeden bestod av HBV-modellen (hydrologi), MAGIC

Figur 1. Utløpet av Bjerkreims-elva: Simulerte konsentrasjoner og transport av nitrat gjennom året for periodene 1980-1999 og 2080-2099.



Figur 2. Fjordområdet: Simulerte konsentrasjoner av nitrat og partikulært karbon (algebiomasse) 1980-1999 og 2080-2099.



(vannkvalitet, forsurening), INCA (omsetning og transport av nitrogen) og NIVAs Fjordmodell (vannutskifting og vannkvalitet i fjorder). Alle modeller ble kalibrert til dagens forhold og deretter brukt til å lage prognoser for fremtidig vannføringsmønster og vannkvalitet.

Nedskalering av klimascenarier til lokalt nivå innebærer mange ledd som bidrar til usikkerhet i resultatene. Arbeidet, som er gjennomført av klimaforskere ved Meteorologisk Institutt, krever inngående kunnskap både om klimamodeller på ulik skala og om lokale meteorologiske forhold. I dette prosjektet er det brukt nedskalerte data fra to globale klimamodeller (ECHAM4 fra Max-Planck instituttet [MPI] i Tyskland og HadAm3 fra Hadley-senteret i England).

De to modellene ble kjørt med hvert sitt IPCC utslippsscenario, hhv. ett moderat scenario for de neste 50 år og ett noe mer dramatisk som går 100 år fram i tid. Scenariene viser at temperaturen i Bjerkreims-området vil øke i alle sesonger, men spesielt om vinteren. For hele året under ett vil temperaturøkningen være omkring 3 °C fram mot år 2100.

Når det gjelder nedbør viser MPI-scenariet (2030-2049) en økning høst, vinter og sommer. I Hadley-scenariet (2081-2100) er det beregnet økt vinternedbør, liten eller ingen endring vår og høst, mens sommeren ser ut til å bli tørrere.

Basert på simuleringer foretatt med HBV-modellen vil begge scenarier gi mindre snøakkumulering i nedbørfeltet og dermed økt vannføring i vinterhalvåret samt mindre snøsmeltingsflom. Videre ser det ut til å bli lavere vannføring om sommeren, særlig med det mer dramatiske Hadley-scenariet som innebærer både mindre sommernedbør og høyere temperatur (som gir økt fordamping). De to vannkvalitetsmodellene MAGIC og INCA indikerer økt konsentrasjon og transport av nitrogen i vassdraget. Dette gir en gjødslingseffekt med fare for økt begroing i elva og algevekst i fjorden. Basert på INCA-modellen kan transporten av nitrat ut med elva øke så mye som 40-50% med Hadley-scenariet (Figur 1), og dette vil i følge Fjordmodellen kunne gi en 15-20 % økning i mengden i fjordområdet utenfor (Figur 2).

Klimaeffektforskningen er fortsatt i en tidlig fase. Det er

fremdeles knyttet stor usikkerhet til klimascenariene, og kjøring av ulike globale klimamodeller kan gi svært forskjellige resultater. Dette gjelder særlig for nedbør, hvor små forskjeller i modellenes representasjon av dominerende trykksystemer kan gi store forskjeller i regionale nedbørmønstre (spesielt med våre topografiske forhold). Usikkerheten i klimascenariene vil selvsagt forplante seg videre gjennom klimaeffekt-kjeden. En viktig oppgave framover blir dermed å arbeide med usikkerheter, både knyttet til selve klimascenariene og til effektmodellene som brukes. I denne fasen vil det være nyttig å inkludere et bredt spekter av klimascenarier i effektmodelleringen for å synliggjøre den store variansen i projeksjonene.

Dette arbeidet krever et utstrakt samarbeid mellom klimaforskere og klimaeffekt-forskere, herunder både hydrologer, vannkjemikere, biologer, samfunnsvitere og økonomer. Klimaeffektforskning vil bli et viktig fagfelt framover, både nasjonalt og internasjonalt, og NIVAs strategiske instituttprogram om klimaeffekter har vært et viktig virkemiddel for kompetanseheving, nettverksbygging og posisjonering i forhold til dette markedet.

AquaMonitor – nytt vannovervåkingskonsept under utvikling på NIVA

Knut Bjørndalen og John Rune Selvik

Aquamonitor omfatter hele verdiskapningskjeden fra design av overvåkingsprogram til ferdige analyser formidlet via web. NIVA ønsker med dette å medvirke til et best mulig beslutningsgrunnlag for avgjørelser om forvaltning av norske vannforekomster. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med representanter for norsk vassdragsforvaltning. I første omgang lanseres prosjektet på nasjonalt nivå, men senere kan det være aktuelt å benytte konseptet internasjonalt.



Mange av miljøutfordringene i norske vannforekomster er sammensatte og vil kreve deltakelse og aksept hos de som påvirker vannforekomsten eller har andre store interesser knyttet til denne. En viktig forutsetning for å få

til medvirkning i beslutningsprosesser er tilgang til oppdatert miljøinformasjon. I oktober 2004 besluttet den norske regjeringen at Miljøverndepartementet skal ha det koordinerende ansvaret for gjennomføring av EUs vannrammedirektiv i Norge med fylkesmannen som regionalt ansvarlig. Direktivet legger vekt på medvirkning i beslutningsprosesser og vi tror det vil bli økt etterspørsel etter tilpassede tjenester knyttet til miljøovervåking av vassdrag og sjøområder.

Tradisjonelt har overvåkingsrapporter blitt lagt fram flere måneder etter at overvåkingen fant sted, men nå øker forvaltningens krav til raskere levering av resultater og at dataene presenteres på en lettforståelig måte. Det er også økt forventning om at slik førsteinformasjon kan benyttes direkte i forvaltningens beslutnings-

prosesser. Dette stiller store krav til formidlere av overvåkingsdata og det er behov for å utvikle et produkt som møter forvaltningens ønsker på dette området. Et slikt produkt har den siste tiden vært under utvikling på NIVA.

Dette produktet, som nå har fått navnet AquaMonitor, ble lansert for et par år siden og det er anvendt i flere prosjekter der oppdragsgiverne har mottatt sine data på web bl.a. vannverk, kalking av vassdrag mv.

AquaMonitor-konseptet har følgende hovedmål:

- Utvikle et effektivt og fleksibelt miljøovervåkings- og informasjonssystem for norsk og internasjonal vannforvaltning tilpasset EUs vannrammedirektiv.
- Utvikle et standardisert produkt der informasjonen er kvalitetssikret og som forvaltningen kan benytte i egen informasjonsvirksomhet og som beslutningsgrunnlag for avgjørelser.
- Utvikle prosesser og prosedyrer for å sikre kvalitet i alle ledd i verdiskapningskjeden.
- Utvikle strategier for hvordan miljøovervåkingen bør utføres for at forvalt-

ningen skal få relevant og tilstrekkelig informasjon ut ifra nåværende kunnskap og de aktuelle vannfaglige problemstillinger som ønskes løst.

- Gi enkel tilgang til måledata på internett sammen med ekspertvurderinger fra NIVA gjennom et så enkelt brukergrensesnitt at saksbehandlere uten vannfaglig bakgrunn kan bruke det i sitt arbeid og som kilde til spredning av informasjon.
- Ta i bruk ny teknologi og kunnskap for å gi forvaltningen en mer kostnads-effektiv overvåking.

Vannovervåking i årene som kommer

Nasjonalt

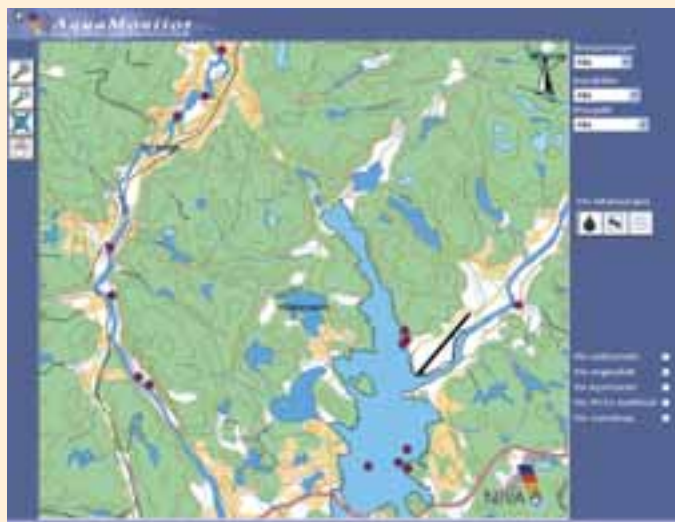
EUs vannrammedirektiv vil bli implementert i Norge i løpet av 2005. Dette medfører bl.a. at det skal settes miljømål for **alle** vannforekomster (fjorder, elver og innsjøer) i Norge og at det skal iverksettes overvåkingsprogrammer i mange av disse vannforekomstene for å følge utviklingen fram mot miljømålet.

Dette medfører et økende behov for miljøovervåking av vannforekomster i Norge. I dag overvåkes noen få hundre vannforekomster i statlig/regional regi. NIVA tror det vil bli behov for å overvåke mange flere vannforekomster enn tilfelle er i dag, dessuten ligger det en stor utfordring i en samordning av den statlige /regionale overvåkingen med den overvåkingen som gjøres lokalt i forbindelse med bl.a. utslippstillatelser.

Implementering av rammedirektivet medfører også et behov for mer omfattende miljøovervåking av våre kystområder. Rammedirektivet omfatter de nære kystområder ut til 1 nautisk mil.

Internasjonalt

Problemstillingene knyttet til harmonisert innsamling av måledata dedikert for de aktuelle problemstillinger/miljømål og formidling av informasjon i forhold til beslutningsprosesser er viktige også internasjonalt. Troverdige informasjon og lav brukerterskel i forhold til å bruke informasjonen i praksis



Eksempel på presentasjon av målestasjoner på kart.

er nøkkelfaktorer. NIVA vil ta i bruk konseptet i sine internasjonale prosjekter for eksempel i regi av EU, NORAD og UD. NIVA har i dag flere EU-prosjekter i samarbeid med andre land i Europa og deltar i en rekke store EU forskningsprosjekter.

Delprodukter som inngår i AquaMonitor-konseptet

AquaMonitor-konseptet består av flere delprodukter som omtales under:

Prosedyrer for lokal feltarbeids- og prøvetakings-tjeneste

I mange tilfeller er det hensiktsmessig og kostnadseffektivt at prøvetakingen og feltarbeidertjenesten foregår med lokalt

personell. På denne måten sikrer man også lokal deltagelse i arbeidet. Her vil det bli gitt nødvendig opplæring for å sikre kvalitet i denne fasen av prosessen. Det er naturligvis ikke alle typer prøver som kan tas med lokalt personell. Biologiske prøver av alle andre elementer enn planteplankton må ofte tas av kvalifiserte eksperter, mens enklere biologiske observasjoner i felt kan gjøres av spesialtrente lokale feltarbeidere i hht. Norsk Standard el. etter nærmere retningslinjer utarbeidet av NIVA.

Fleksibel logistikk og organisering av analysetilbud

NIVA kan tilby hele analyse-spekteret til enhver tid og i

dialog med kunden defineres ønskede leveringstider. I tillegg til vannkjemiske analyser utfører NIVA analyse av biologiske prøver for alle biologiske elementer (dvs. planteplankton, bentiske alger, vannplanter, bunnfauna og evt. fisk og dyreplankton). Opparbeiding av biologiske prøver er ofte tidkrevende, men i situasjoner med for eksempel forekomst av skadelige/giftige alger leveres også enkelte biologiske prøver med korte tidsfrister. Det benyttes et standardisert opplegg for forsendelse av prøver i kjølebager tilpasset de analysene som skal utføres. For marine områder vil NIVA også ta i bruk nye fjernmålingsteknikker og automatiske målinger fra ferjer i rutetrafikk som en del av datafangsten og kundens informasjonspakke.

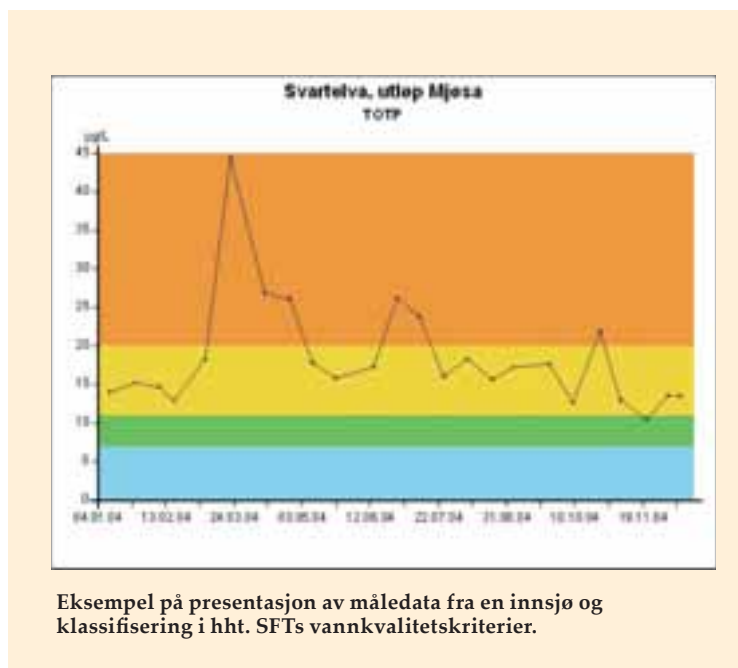
Web-løsning og rapportering

Fortløpende presentasjon av data på internett som en kanal for retur av informasjon til oppdragsgiver og/eller utvalgte interessegrupper er en viktig komponent i AquaMonitor. Analyserte data lagres i NIVAs database og presenteres på web gjennom et enkelt brukergrensesnitt der resultatene vises på kart, grafer og med "ekspertkommentarer" til resultatene. Aquamonitor kan også levere ulike web-tjenester som kan leses i andre portaler levert av lokal eller sentral/regional forvaltning. Dersom brukeren ønsker å bearbeide sine data i andre verktøy kan disse lastes ned på et regneark for videre bearbeidelse. Det er også knyttet metainformasjon til stasjoner og data.

I tillegg til å få data levert som "ferskvare" ønsker de fleste oppdragsgivere at det skal gis en konklusjon eller en anbefaling om videre handling ut ifra de gjennomførte undersøkelser. I dialog med kunden legges det opp til den rapporteringsform som er best i den enkelte kundes situasjon enten det er en omfattende faglig utredning eller en kartfil som kan gå rett inn i planleggingsprosessen.

Overvåkingsstrategier og bruk av ny teknologi

En tilpassning av miljøovervåkingen til forvaltningens kunnskapsbehov er nødvendig



Eksempel på presentasjon av måledata fra en innsjø og klassifisering i hht. SFTs vannkvalitetskriterier.

for å ha en målrettet og kostnadseffektiv overvåking. Selve produktet her er "overvåkingspakker" som er tilpasset de ulike miljøproblemer og behov man har. Overvåkingen skal ofte brukes som et grunnlag for beslutninger om avbøtende tiltak i forbindelse med forurensning eller naturinngrep eller i måling av effektene av gjennomførte tiltak. Omfanget av prøvetaking i tid og rom er avgjørende for utsagnskraften i undersøkelsene og som regel bør man ha et bevisst forhold til dette helt fra starten av. NIVA deltar derfor gjerne helt fra starten i dialogen om strategi for overvåkingen.

Det skjer hele tiden en faglig utvikling av overvåkingsmetodene. NIVA følger utviklingen nøye og deltar også i utviklingen av nye metoder. I øyeblikket er det stor interesse knyttet til overvåkingsteknologi som identifiserer indikatorarter for de forskjellige biologiske elementene som er obligatoriske for overvåking i hht. vannrammedirektivet, dvs. planteplankton, fastsittende vegetasjon, bunnfauna og fisk. Også utprøving av ny teknologi for overvåking av algetoksiner i innsjøer og kystområder vil snart kunne tas i bruk.

AquaMonitor implementeres nå i mange av NIVAs overvåkingsprosjekter. Etter NIVAs oppfatning representerer AquaMonitor et nytt helhetlig konsept for

vannovervåking og formidling av analysedata samtidig som det er tilpasset EUs vannrammedirektiv. NIVA vil fortsatt videreutvikle konseptet for å møte de krav som forvaltningen stiller til framtidens vannovervåking og formidling av miljøinformasjon.

Vansjø – hvordan kan vannkvaliteten bli bedre?

Per Stålnacke, Knut Bjørndalen,
Eva Skarbøvik og Anne Lyche
Solheim

Til tross for omfattende tiltak for å redusere fosfortilførslene til Vansjø har vannkvaliteten ennå ikke blitt bedre. Hver sommer siden 2001 har det vært "badeforbud" i hele eller deler av vestre Vansjø pga. giftige alger. Algeoppblomstringene i vestre Vansjø (Vanemfjorden) har de siste somrene startet tidligere fra år til år og situasjonen sommeren 2004 var verre enn noen gang tidligere. Dette er til stor ulempe for de fleste brukerinteressene. Det er derfor behov for å sette ekstra fokus på kunnskapsmangler og mulige nye tiltak som kan bedre forholdene i Vansjø. Dette gjelder spesielt reduksjon av forurensende tilførsler fra forskjellige kilder i nedbørfeltet og interne gjødslingsmekanismer.

I 2004 har NIVA vært involvert i flere prosjekter vedrørende Vansjø/Morsa, i hovedsak på oppdrag av hovedstyret for Morsa-prosjektet. Noen av disse prosjektene er presentert i denne artikkelen.

Fagmøte om restaurering av Vansjø

Et fagmøte om restaurering av Vanemfjorden ble holdt på Dillingøy, 24. og 25. juni 2004 med deltakere fra NIVA, Jordforsk, NVE, UiO og eksperter fra Sverige og Danmark. Under møtet ble mulige tiltak og restaureringsmetoder for å forbedre den økologiske tilstanden i Vanemfjorden diskutert. Resultater fra gruppearbeidet om eksterne fosfortilførsler til Vanemfjorden viste at nåværende måleserier fra lokale bekker rundt vestre Vansjø ikke er tilstrekkelig lange til å trekke sikre konklusjoner om endringer i tilførslene har funnet sted etter at forskjellige tiltak er satt i verk. Derved er det heller ikke tilstrekkelig faglig grunnlag for å vurdere hvordan tilførslene påvirker den økologiske situasjonen.

De viktigste innsjøinterne tiltak som ble diskutert var:

- Utfisking av stor gjedde, samt stor brasme og flere
- Høsting av siv
- Endring av manøvreringsreglement (vannstand)
- Fjerning eller tildekking av sediment
- Oksygenering og lufting
- Utlegging av halmballer.

Det ble presisert at disse tiltakene og eventuelle ytterligere tiltak også må utredes når mer data om tilførsler til Vanemfjorden foreligger, slik at disse kan vurderes i sammenheng med eksterne og interne tilførsler og tiltak.

Endringer i Hobølelva og Vansjø

Det ble utført en analyse av vannkvalitetsutviklingen i Vansjø (Storefjorden og Vanemfjorden) og Hobølelva (ved Kure) i første rekke med hensyn på fosfor. Ingen av de tre analyserte tidsseriene (total fosfor, suspendert tørrstoff og total nitrogen) i Hobølelva viser - sett som summen over alle enkeltmåned - en statistisk

signifikant nedgang over tid i perioden 1984-2003. Imidlertid viser total-fosfor (TP) og totalt partikkelinnhold (STS) i enkelte måneder, spesielt på høsten, nedadgående tendenser. Det generelle bilde med kun svakt statistisk signifikante nedganger i næringsstoffkonsentrasjoner er i overensstemmelse med andre, tilsvarende undersøkelser av trender, fordi variasjoner i vær og avrenning fra år til år har stor betydning for næringsstofftransporten. Dataene kan derfor foreløpig ikke gi svar på om dette også kan skyldes at iverksatte tiltak i nedbørfeltet ikke har hatt særlig effekt.

I Vansjø's to hovedbassenger er det bare i Vanemfjorden vi kan påvise en klart økende konsentrasjon av fosfor i perioden 1982-2003. Imidlertid er data kun samlet inn i sommermånedene og tidlig høst (juni-september) siden 1995. Det betyr at vi mangler informasjon om innsjøens fosfordynamikk gjennom en hel årssyklus. Som påvist i Hobølva skjer de store transportene av fosfor i forbindelse med snøsmelting (normalt i april) og ved sene høstregnerperioder (oktober-desember).

Økt interngjødsling fra bunn-sedimenter i kombinasjon med effekten av høstflommer og noe høyere lufttemperaturer, er de mest sannsynlige forklaringene på de høye TP-konsentrasjonene i Vanemfjorden på 2000-tallet. Omfanget av den interne gjødslingen fra sedimentene og mengden fosfor som er lagret i sedimentene er imidlertid ikke kjent. Fra de eksisterende måleserier og faglige erfaringer kan vi imidlertid fastslå at tolking av enkelte års overvåkingstall er meget vanskelig, spesielt i situasjoner der det mangler grunnleggende data fra mulige forklaringsfaktorer. F.eks. gjør mangelen på temperaturdata etter 1996 det ekstra vanskelig å vurdere om endringene skyldes klimatiske forhold og/eller tiltak som er gjennomført.

I både Storefjorden og Vanemfjorden viser algemengden målt som klorofyll en klart økende trend i perioden 1982-2003. Dersom man ser på perioden fra 1995 til i dag, så har

algemengden i Vanemfjorden vært på omtrent samme nivå, selv om det har vært kortvarige episoder med ekstreme algemengder i de siste årene. Det er altså ingen klar sammenheng mellom algemengde og fosforkonsentrasjon fra år til år, selv om vi generelt kan få høye algemengder ved det fosfornivået som nå gjelder i Vanemfjorden (30 - 40 µg TP/L).

Endring av manøvreringsreglement

NIVA har, i samarbeid med Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Jordforsk og Laboratorium for fersvannsøkologi og innlandsfiske ved Universitetet i Oslo (LFI), utredet om en eventuell endring i manøvreringsreglementet kan ha positiv effekt på vannkvaliteten i innsjøen. Prosjektet ble gjennomført i årsskiftet 2004-2005 på oppdrag for Moss kommune og Morsa-prosjektet. Samtidig ble det også foreslått et praktisk program for uttesting av virkninger på vannkvaliteten under ulike manøvreringsregimer. Utredningen tok for seg vassdragets hydrologi, samt konsekvenser av et endret manøvreringsreglement for vannkvalitet, fisk og jordbruk.

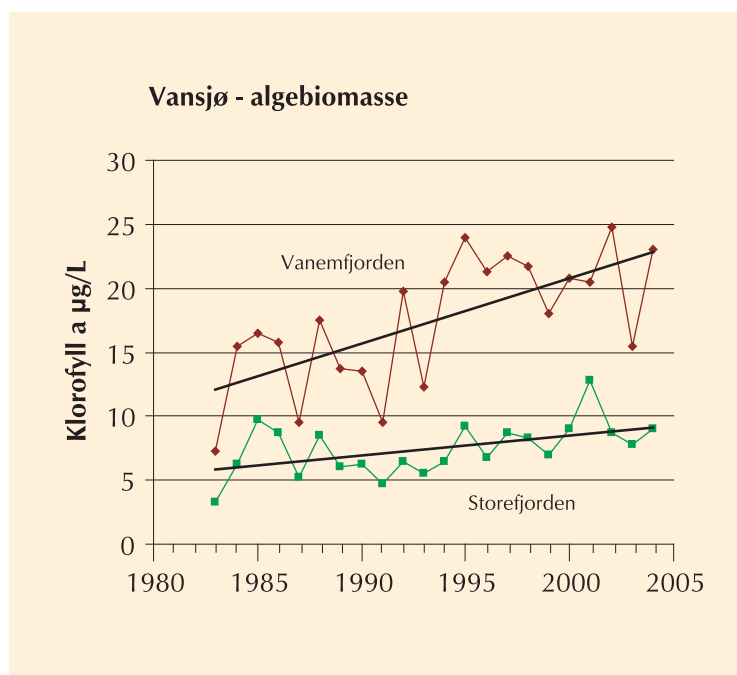
De foreslåtte endringene i manøvreringsreglementet vil medføre en høyere vannstand om våren/forsommeren, noe som kan gi større gjennom-

strømning gjennom innsjøen om sommeren, enten ved å slippe ut mye vann i korte perioder, eller ved å sørge for en jevn vannstrømning gjennom sjøen. Utredningen har også sett på muligheten av å tappe under nåværende laveste regulerte vannstand (LRV) om sommeren. Det kunne ikke fastslås at endret manøvreringsreglement vil gi en varig forbedring av vannkvaliteten i innsjøen. Det er imidlertid mulig at kortvarige forbedringer av vannkvaliteten kan oppnås, særlig i strekningen fra Vanemfjorden og ned til Moss. En slik forbedring kan være ønskelig for fritidsinteresser. Det må imidlertid tas høyde for at vannkvaliteten kan bli forverret igjen i perioden etter uttappingen pga. ny oppblomstring av alger.

Utredningen er lagt til grunn for en søknad fra Moss kommune til NVE om midlertidig fravik i manøvreringsreglementet for Vansjø, slik at det kan utføres vannfaglige undersøkelser under ulike manøvreringer.

Behov for nye undersøkelser og utredninger

Ved siden av disse prosjektene har NIVA utarbeidet forslag til nye undersøkelser og utredninger for ytterligere bedring av vannkvaliteten, i spesielt i Vestre Vansjø. Disse skal bidra til å nå målet om å tilbakeføre Vansjø og Mosseelva til god økologisk status, slik



at innsjøen kan bevares som drikkevannskilde og igjen bli egnet til bading, jordvanning og fritidsfiske.

Følgende undersøkelser og utredningsoppgaver er anbefalt:

- Fastsette dagens tilstand og naturtilstand
- Beregne eksterne + interne tilførsler
- Beregne tålegrenser/ miljømål (modeller)
- Utrede og anbefale restaureringstiltak
- Revidere eksisterende tiltaksplan
- Utvikle et faglig forsvarlig overvåkingsprogram

Andre NIVA-prosjekter i Vansjø

Ved siden av de utredningsoppdragene som er nevnt, er Vansjø-Morsa sentralt i flere pågående forskningsprosjekter, for eksempel EU-prosjektene BMW, Euro-Harp, REBECCA og NOLIMP.



Masseoppblomstring av blågrønnalger er registrert hver sommer gjennom mange år i Vansjø. Foto: John Rune Selvik

Ny teknikk for fraksjonering av metaller i vann

Oddvar Røyset

NIVA har siden 2001 utviklet en ny metode som separerer metaller i vann i 3 fraksjoner: hhv. partikulært/kolloidalt, løste metallioner (labilt) og anionisk (hovedsakelig humusbundne metallioner). Metoden gir mulighet til å følge og forstå kjemiske prosesser i vann på en bedre måte en tidligere. SCF- (Size Charge Fractionation) og DGT- (Diffusive Gradients in Thin Films) prøvetakere utfyller hverandre; der SCF gir øyeblikksbilder over fordelingen av de tre fraksjonene, integrerer DGT den løste fraksjonen over tid.

NIVA har en lang tradisjon innen utvikling av metoder for måling av aluminiumforbindelser i vann. En av de viktigste problemstillingene i Sur nedbør-prosjektet var å finne årsaken til fiskedød i sure vassdrag, og på slutten av 1970-tallet forsto man at aluminium utløst fra sur og kalkfattig jord var én av de viktigste faktorene. Det viste seg at det ikke var tilstrekkelig å måle totalmengden aluminium i vannet, men heller de fraksjonene av aluminium som var giftige, dvs. de biologisk aktive formene.

Den første fraksjoneringsmetoden for å måle de giftige formene (spesiene) utviklet på NIVA (Henriksen & Røgeberg, 1984), var basert på det såkalte Barnes-Driscoll konseptet (Barnes 1975, Driscoll 1984). Samtidig med dette kom diskusjonen om skogdød og skogskader forårsaket av sur nedbør, og det var mistanke om at aluminium i porevann i sur skogsjord skadet røttene til trærne.

Tilsvarende metoder ble da utviklet ved Norsk Institutt for skogforskning (NISK) for aluminium i porevann fra skogsjord

(Røyset 1992). Prof. Britt Salbus gruppe ved UMB (tidligere NLH) har kombinert dette med ultrafiltrering (Lydersen m.fl.). Flere ved UiO, UMB, NISK, UiB har benyttet denne type metoder og gjort tilpasninger og fornyelser. Et viktig bidrag kom fra prof. Walter Lunds gruppe ved UiO, som siden 1995 har studert såkalte SPE- (Solid Phase Extraction) prøvetakere for feltfraksjonering av aluminium og jern i vann. I DGT-prosjektet ble SPE-prøvetakeren videreutviklet, og uttestet i felt i samarbeide med ANCRECOVERY-prosjektet (Bjørn Olav Rosseland m.fl.).

SCF – ikke bare aluminium

Tidligere var ett av NIVAs hovedfokus i denne sammenhengen å beskrive aluminiumskjemien i vann. Innen miljøforskning er det imidlertid også behov for å kunne få en bedre beskrivelse av tilstandsformer for tungmetaller og spor-elementer i vann. Samtidig med utviklingen av DGT-teknologien, revitaliserte vi NIVAs konsept for aluminiums-fraksjonering med det vi kalte SCF-teknikk ("Size Charge Fractionation" eller "Størrelse Ladnings Fraksjonering").

Metode	Fraksjoner		
SCF - T	T - Total (syrekonserverert til pH 1)		
SCF - F		F - Totalt løst (ingen syrekonservering)	
SCF - FIB			FIB (ione byttet)
SCF - fraksjoner	Syreløslig	Labile frie	Ikke labile
SCF - fraksjoner	$P = T - F$	$L = F - FIB$	FIB
Fraksjoner i vann	Partikler og kolloider	Labile "frie" ioner	Humus bundet
DGT prøvetaking	Ekskludert	Samles opp	For det meste ekskludert
Toksisitet	Lav	Høy	Høy - Variabel
Mobilitet	Lav	Høy	Høy - Variabel
Transport prosesser	Sedimentasjon Resuspensjon	Diffusjon - Konveksjon	Diffusjon - Konveksjon

Figur 1. Oversikt over fraksjonering metoder basert på DGT og SCF, med eksempler på dette kan beskrive toksisitet og mobilitet/transport.

Dekker mange grunnstoff

SCF er en generell fraksjonering basert på filtrering og ionebytte som vist i Figur 1, basert på Driscolls opprinnelige fraksjoneringsprinsipper for aluminium. Siden vi nå har tilgang til ICPMS, kan praktisk talt alle metaller fraksjoneres. I en studie på NIVA har vi målt 55 forskjellige grunnstoffer, noe som gjør denne fraksjoneringsmetoden svært slagkraftig: den er et nytt verktøy som gir oss mulighet til å få innsikt i en rekke prosesser i vann for mange metaller av miljøinteresse (Figur 2). DGT-prøvetakeren kan benyttes for ca. 25 metaller (kationiske metallioner, Figur 3). I 2004 viste vi at den også kan benyttes for 3 nye grunnstoffer som hovedsakelig er anioniske i vann (P, As, Se).

SCF og DGT – øyeblikksbilder og tidsintegraler

SCF-prøvetakere tar øyeblikksbilder av fordelingen mellom viktige fraksjoner av metaller i vann. Dette gir grunnlag for forstå forskjellige prosesser i vann, for eksempel løsning av kolloider av jern/aluminium (Fe/Al) ved forsuring (CO_2 -overmetning innen fiskeoppdrett), frigjøring av metallioner (Fe/Al) fra humuskomplekser (humusrikt elvevann blandes med sjøvann i fjorder), samt følge med hvordan løste Al/Fe ioner fjernes ved kalking/silikatbehandling av surt vann. DGT'ene kan betraktes som et dosimeter, da gifteffekt ofte er uttrykk for en integrert eksponering over en tidsperiode. Til sammen utfyller SCF- og DGT-prøvetakerne hverandre, og vi anbefaler nå at de benyttes

sammen: SCF tar øyeblikksbilder av fraksjonsfordeling med jevne mellomrom (for eksempel daglig, ukentlig, månedlig), mens DGT'en integrerer de løste ionene i perioden mellom punktmålingene.

SCF gjør det mulig å se hva som foregår i mer detalj

Figur 4 viser at i en elv med mye sedimenttransport finnes jern (Fe) hovedsakelig i partikulær form, og det som er igjen av Fe i løsning er humusbundet. Kobber og nikkel har en vesentlig andel i humusfraksjonen, og lite løste frie ioner. Sink og kadmium har en større del som frie ioner, men arsen er hovedsakelig anionisk (trolig som fritt arsenat).

Figur 5 viser et tilfelle fra et fiskeoppdrettsanlegg under

Figur 2. Grunnstoff som kan fraksjoneres med SCF kombinert med ICPMS på NIVA. Figuren viser hovedtrekk av fraksjonsfordelingen i surt overflatevann målt i Tovdalselva høsten 2001.

Anionic No cationic Particulate Colloidal		Labile free ions		Anionic Mainly humic													
H					He												
Li	Be				Ne												
Na	Mg			B	C	N	O	F	Ar								
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

en episode med stor fiskedød, noe som viste seg å skyldes en episode med svært høye konsentrasjoner av aluminium, jern, mangan og kobber. Det meste av aluminiumet var bundet til humus, som regnes for å være lite giftig, mens det var svært høye konsentrasjoner av labile frie ioner av jern og mangan. Selv om en stor del av kobberet var bundet til humus, var det nok frie ioner til at de oversteget terskelverdi for effektene.

Omfattende norsk forskning med NIVA i sentral posisjon.

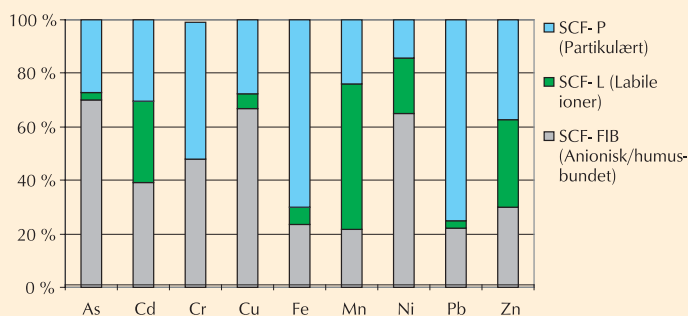
Det som på 80-tallet begynte som anvendt forskning for å løse et spesifikt problem relatert til sur nedbør, har medført at Norge har bygget opp en sterk kompetanse innen utvikling av fraksjoneringsmetoder for aluminium. Ved NIVA, UiO, UMB (tidligere NLH), NISK, UiB, NTNU m.fl. er det siden den gang blitt lagt ned mer enn 50 forskerårsverk for å utvikle og tilpasse slike metoder til forskjellige behov. Gjennom forskningen rundt DGT og SCF er disse metoden nå blitt betydelig mer slagkraftige, og NIVA har en sentral posisjon i Norge innen utvikling av slike metoder. Arbeidene har fått internasjonal oppmerksomhet og er publisert i sentrale vitenskapelige tidsskrifter. Fra å være ren anvendt miljøforskning på 1980-tallet, er en viktigste anvendelse av disse nye metodene i dag å løse vannkvalitetsproblemer i norsk akvakultur.

Metaller absorbert med DGT prøvetakeren

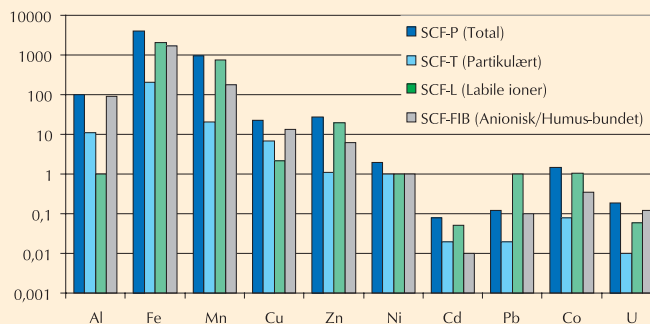
H																			He
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		Rn	
Fr	Ra	Ac																	
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

pH avhengig
 Kapasitets begrenset
 Kvantitativt opptak
 Ikke tatt opp

Figur 3. Grunnstoff som kan fanges opp med DGT prøvetakeren.



Figur 4. SCF- fraksjoner av viktige tungmetaller i en elv med mye sedimenttransport (høy andel av metaller i partikulær fraksjon).



Figur 5. SCF fraksjoner i vann fra et fiskeoppdrettsanlegg utsatt for en episode med høye konsentrasjoner av aluminium, jern, mangan, kobber og sink.

Grenseoverskridende nedbørfelt - bortglemt i EUs rammedirektiv om vann?

Per Stålnacke og Johannes Deelstra
(Jordforsk)

EUs rammedirektiv for vann (2000/60/EC) vil være det aller viktigste regelverket og verktøyet for helhetlig og integrert vannressursforvaltning i Europa de kommende årene da den omfatter både ferskvann (innsjøer, elver, grunnvann) og kystnære sjøområder. Vannrammedirektivet krever en inndeling i vannregioner (River Basin Districts) som ivaretar hele nedbørfelt med tilhørende kystzone. For vannregioner som krysser nasjonale grenser er det imidlertid svakere påtrykk for en helhetlig forvaltning.



Narvavassdraget og Peipsisjøen med nedbørfelt.

EUs medlemsland inklusive EØS-land skal sikre at en forvaltningsplan (River Basin Management Plan) utvikles for hver vannregion innenfor landets territorium. For vannregioner som krysser landegrenser skal forvaltningen, i henhold til direktivets artikkel 3 og 13, koordineres av vannregioner og det skal om

mulig lages en felles vannforvaltningsplan. Om dette ikke lar seg gjøre skal forvaltningsplanen kun dekke landets egen del av vannregionen.

Nå når de aller fleste land er ferdig med inndelingen av vannregioner viser det seg at en stor andel av dem (oppimot 30 %) vil være internasjonale, dvs. de krysser nasjonale grenser. Arealmessig tilsvarer disse omtrent 65 % av alle vannregioner. De vage formuleringene i direktivteksten for grenseoverskridende vannregioner vil derfor bli en stor utfordring med risiko for at helhetstenkinga blir "vannet ut" og at handlingsprogram, forvaltningsplaner og tiltaks gjennomføring mellom forskjellige land i samme nedbørfelt ikke vil koordineres.

Heldigvis vil internasjonale vannregioner neppe kunne bli ett stort problem for Norges implementering av vannrammedirektivet da kun 2 av de 14 av SFTs foreslåtte vannregioner vil krysse landegrensen. Trysilelva i Glomma vannregion, som renner til Sverige, blir en internasjonal vannregion. I Nord-Norge vil vassdragene Tana og Pasvik (tilhørende Finnmark

vannregion) dog påvirkes da en relativ stor del av nedbørfeltet dekker Russland og Finland. Spesielt utfordrende for Norge vil bli å lage en felles vannforvaltningsplan som også inkluderer de russiske delene.

Forskningsbasert kunnskapsgrunnlag

Det norsk-koordinerte EU-prosjektet *MANTRA-East, Integrated Strategies for the Management of Transboundary Waters on the Eastern European fringe - The Pilot Study of Lake Peipsi and its Drainage Basin* gikk mot sin avslutning i 2004.

Europas fjerde største innsjø, Peipsi (se kart), beliggende mellom Estland og Russland, er brukt som pilotstudie. Scenarioanalyser kombinert med bruk av næringsstoff- og økologiske modeller, viste at store reduksjoner i fosfortilførselen til innsjøen vil være nødvendig for å nå god økologisk status i henhold til klassifisering i hht. vannrammedirektivet. Dette er en stor utfordring fordi dagens tilførsler av næringsstoffer via vassdragene i utgangspunktet er relativt lave pga. et for tiden lavintensivt landbruk. Betydelig innsats må altså til for å ikke øke den framtidlige tilførselen av næringsstoffer. Den økonomiske utviklingen i landbruket og framtidig intensitet vil være helt avgjørende for sjøens framtidige økologiske status. I prosjektet er det lagt vekt på å involvere beslutningstakere og hvordan vitenskapelige resultater skal tilrettelegges på best mulig måte.

Det er gitt anbefalinger rettet mot både lokal, regional, nasjonal og internasjonal vannforvaltning for implementering av EUs vannrammedirektiv spesielt for grenseoverskridende vassdrag. Prosjektet er framhevet som et godt eksempelprosjekt i forhold til EUs nye vanninitiativ "Water for Life", på grunn av sin tverrfaglighet der de natur- og samfunnsvitenskapelige disipliner er kombinert for å kunne gi best mulige anbefalinger til beslutningstakere om forvaltning av nedbørfelt. Mer informasjon om prosjektet finnes på: <http://www.mantraeast.org/>



Isfiske på Peipsisjøen. Foto: Peter Unt (Peipsi CTC)

Nye utfordringer for vannforskning og vannforvaltning i Øst-Europa

Per Stålnacke, Dag Berge, Stig Borgvang, Bente Wathne

En vanlig forestilling har vært at forti år med kommunisme har resultert i store ødeleggelser av miljøet i øst-europeiske land. I tillegg har krigene på Balkan i 90-årene medført betraktelige ødeleggelser av infrastruktur og økonomi i denne regionen. Polen står i en særstilling ved nylig medlemskap i EU. De fleste østeuropeiske land har på kort tid gjennomgått store endringer etter disse politiske omveltningene. Tross varierende tegn på begynnende vekst i økonomi de siste årene er det fortsatt stort behov for innsatser ikke minst innenfor vann- og miljør siden. Denne artikkelen gir noen eksempler på utfordringer innen vannforvaltningen i Øst-Europa ut fra fire utvalgte NIVA-prosjekter.

Kartlegging av vannkvalitet og forurensingskilder i Makedonia og Albania

NIVA koordinerer prosjektet Drimpol ("Approaches to Quantification of Pollution Load in the Drim/Drini River Catchment"). I prosjektet har vannkvalitetsdata og data om nedbørfeltet Drim/Drini blitt samlet inn og supplert med kampanjemålinger i noen utvalgte bekker påvirket av landbruk. Nedbørfeltet til Drim/Drini er 14 173 km² og deles av fem land der hoveddelen ligger i Albania (40%) og Makedonia (25%). De to store innsjøene i nedbørfeltet (Ohrid og Prespa) er særlig interessante pga. mange underjordiske kilder.

"There was nothing between the citizen and the state but a great wasteland"

President Václav Havel (1998)

I prosjektet er det blitt lagt vekt på å harmonisere data over landegrensene. I disse landene finnes nemlig liten tradisjon på å samarbeide mellom forskjellige institutter innenfor landet, og mellom landene. En annen utfordring har vært å samle inn data for de relativt få eksisterende målinger av

vannkvalitet i bekker og elver. Imidlertid peker resultatene på lavt eller moderat næringsstoffinnhold i vassdragene. I mindre bekker har vi dog funnet høyere verdier. Landbruket ser ut å ha mindre påvirkning på vannkvaliteten enn forventet, fordi at landbruket er relativt lite intenst med beskjeden bruk av mineralgjødsling. Nedbørfeltet er tynt befolket. Kun ett kommunalt rensanlegg finnes i hele nedbørfeltet.

Prosjektet ble avsluttet med en konferanse i mai 2005 der miljøforvaltningen fra de forskjellige landene deltok. Drimpol er finansiert innenfor Norges forskningsråds program for Sørøst-Europa. Mer informa-





Industriutslipp som dette er et vanlig fenomen langs lateralene, som igjen føres urensset ut i DTD-Canal nær Vrbas i Serbia.
Foto: Finn Medbø



Prøvefiske på Donau med kraftig el-fiskeapparat (11 kW - 4 anoder) Foto: Geir Dahl-Hansen, Akvaplan-niva

sjon om prosjektet finnes på www.drimpol.net.

Fiskeforvaltning i grensevassdrag på Balkan

Prosjektet er et samarbeid mellom Akvaplan-niva (APN) og NIVA der APN ved Tor-Jahn Herstad er prosjektleder. Det norske Utenriksdepartementet er oppdragsgiver. Prosjektet har en administrativ del og en vitenskapelig del. Den administrative del er ledet av Tor-Jahn Herstad og den vitenskapelige del er ledet av Dag Berge, NIVA og Geir Dahl Hansen, APN. Prosjektets målsetting på det administrative planet er å få de tidligere stridende parter: Kroatia, Serbia, Bosnia, og Republika Serpska til å samarbeide om å utvikle felles fiskeforvaltning i grenselvne Donau og Sava. Kroatia har prosjektkoordineringen

blant deltakerne fra Balkan. Den vitenskapelige delen av prosjektet går ut på å fastsette fiskestatus i de to elvene etter den metodikk som EUs vannrammedirektiv trekker opp, både mht. prøvefiske, bearbeiding av materialet og evaluering av resultatene. Mesteparten av prøvefisket foregår med en kraftig el-fiskebåt med 4 anoder og en driftseffekt på 11kW, se bilde. Dette apparatet "trekker" opp fisk fra flere meters dyp. Det norske el-fiskeapparatet har til sammenlikning en effekt på bare 300 W. I de sentrale deler av Donau fisker vi ved hjelp av "drag-net" på bunnen og "drift-net" i overflaten. Disse 2 siste fiskemetodene anvendes om natten og ved hjelp av profesjonelle yrkesfiskere. I Donau er det ca. 140 fiskearter. I prosjektet er det funnet flere arter som er nye for vassdragene på Balkan.

Rehabilitering av kanal i Serbia

Donau-Tisa-Donau Canal, ofte kalt DTD-canal, eller Grand Canal, ble bygget på 1700-tallet, dels for transport, vannforsyning og dels for drenering av det myrholdige landskapet i Vojvodina. På 1900-tallet ble det bygget betydelig industri i området mellom Crvenka og Vrbas, rett nord for Novi Sad. Industri-reisingen resulterte også i økt bosetting i småbyene langs kanalen. Etter hvert har kanalen blitt kraftig forurenset, og den er i det verste området nærmest fylt igjen av industrislam. Sukkerfabrikker, slakterier og grisefarmer er de største forurenserne. NIVA er nå i sluttfasen med å lage en rehabiliteringsplan for kanalen. Arbeidet omfatter undersøkelse av forurensningssituasjonen i kanalen, situasjonen i side-

kanaler som fører til hovedkanalen, undersøkelse av utslippene fra de 10 viktigste bedriftene, undersøkelse av sedimentene, av forurensninger fra landbruk og kloakk, tiltaksanalyse, og utarbeidelse av en prioritert tiltaksplan som inkluderer utarbeidelse av anbudsdokumenter som forberedelse til bygging av renseanlegg. Arbeidet ledes av Finn Mødbø med Dag Berge og Tom Mortensen som prosjektmedarbeidere. I Serbia har vi samarbeidet med Institute of Agriculture og Institute of Chemistry ved Universitetet i Novi Sad, Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade samt med tilretteleggingsselskapet NECW Renesansa i Novi Sad, der vi har våre kontorer. Vi har også samarbeid med konsulentfirmaet Dekonta fra Czech Republic. Fra Norge har vi samarbeid med Cowi-gruppen og andre konsulenter. Våre oppdragsgivere er Miljøverndepartementet i Beograd og Vrbas kommune. Arbeidet er finansiert av det norske Utenriksdepartementet. Tiltaksplanen blir godt forankret i de kommunale planene i Vrbas, noe som er nødvendig for at den skal kunne ligge til grunn for internasjonal finansiering av de etterfølgende tiltak.

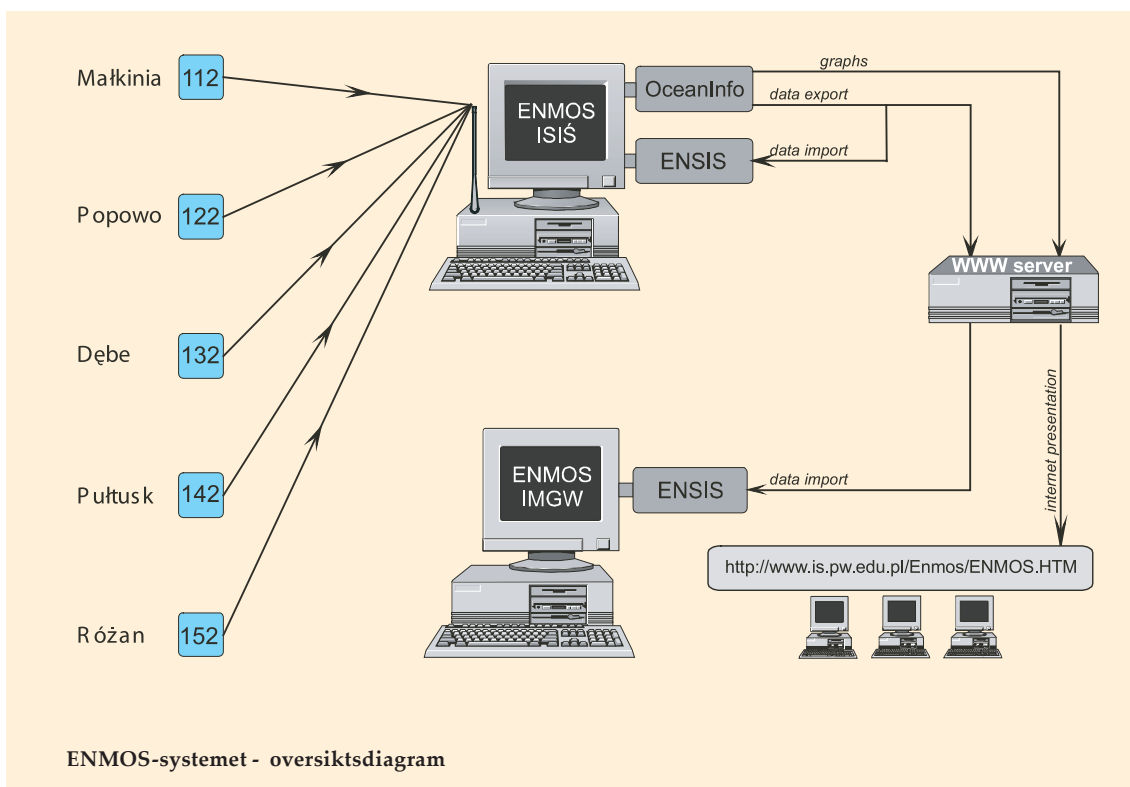
Miljøovervåkingssystem for drikkevannsreservoar i Polen

EUREKA-prosjektet ENMOS (2000 – 2003) hadde som formål å utvikle og teste et miljøovervåkingssystem (ENMOS) for overvåking av vannkvaliteten i drikkevanns-reservoarer. Systemet omfatter verktøy for informasjon, tiltaksplanlegging, scenarieberegninger og forvaltning.

Det praktiske prosjektarbeidet ble utført i Zegrzynski-reservoaret, som er et strategisk reservoar for Warszawa. To store elver løper inn i reservoaret, Bug River og Narew River. Jordbruksaktivitet og tilførsel av industrielt og kommunalt avløpsvann til begge elvene resulterer i en betydelig forurensningsbelastning. I løpet av prosjektet ble det installert fem målestasjoner med utstyr som registrerte vannkvaliteten kontinuerlig og med telemetrisk overføring av resultatene. Vannkvaliteten kunne følges på internett av den vanlig forbruker, mens vannverket med hovedinntak fra reservoaret var tilknyttet med en alarmfunksjon. Dette for å kunne gi rask varsling ved registrering av dårlig vannkvalitet oppstrøms vanninntaket til behandlingsanlegget.

Prosjektet ble planlagt og gjennomført på en slik måte at ENMOS skal kunne bidra vesentlig til utviklingen av en fremtidig basis for miljøforvaltningen i Polen. Systemet kan brukes for å tilfredsstille de krav som stilles fra EU. Et viktig aspekt under prosjektarbeidet var derfor å utvikle et passende brukergrensesnitt mellom ENMOS og miljøforvaltere slik at ENMOS kan fungere som et verktøy som dekker disse gruppens behov.

Prosjektet var et samarbeidsprosjekt mellom norske og polske partnere representert ved: Warsaw University of Technology - Institute of Environmental Engineering Systems og Institute of Meteorology and Water Management - Department of Water Management, i Polen og OCEANOR, NIVA og Interconsult ENSIS i Norge.



ENMOS-systemet - oversiktsdiagram

Strategisk instituttprogram om konsekvensutredninger

Jan Sørensen

NIVA deltar i et strategisk instituttprogram (SIP) om konsekvensutredninger i samarbeid med de andre instituttene i Miljøalliansen (NIBR, NINA, NIKU, NILU og Jordforsk). Programmet gjennomføres over en 5-års periode (2001-2005). Innholdet er tverrfaglig orientert og legger til rette for evaluering og metodeutvikling i skjæringsfeltet mellom naturvitenskap, samfunnsforskning og kulturminneforskning.

Hva er KU?

Konsekvensutredninger (KU) er et planverktøy som skal danne beslutningsgrunnlag for myndighetene når det gjelder godkjenning av større utbyggingstiltak og for fastsettelse av vilkår knyttet til gjennomføringen av disse. Formålet med KU er å forutsi mulige virkninger av slike tiltak, både positive og negative, for naturressurser, miljø og samfunn. KU er derfor et viktig miljøpolitisk virkemiddel i Norge. Bestemmelsene om KU er fastsatt i Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrift.

SIP'ens formål og innhold

Hovedformålet med SIP'en er å øke kunnskapen og kompetansen innen KU og styrke det eksisterende metodegrunnlaget med basis i instituttene ulike fagområder og erfaringene fra deltakelse i praktisk KU-arbeid.

I den innledende programfasen ble det gjennomført en evaluering av utvalgte KU som har vært gjennomført i Norge i løpet av det siste ti-året. Formålet var å avdekke svakheter ved KU og identifisere kunnskapsbehov som grunnlag for utforming av forskbare problemstillinger for det videre arbeidet i SIP'en.

Evalueringen omfattet ulike typer utbyggingsprosjekter, bl.a. veger, industri, havner, skytefelt, masseuttak og vannkraftutbygging. KU-rapportene ble vurdert i forhold til fire hovedkriterier: Beslutningsrelevans, konsistens, faglig kvalitet og fremstilling av resultater. Eksempler på svakheter som ble observert:

- Svak konsistens i melding og utredningsprogram
- Manglende dokumentasjon av KU-prosess og prioriteringer; gjør det vanskelig å vurdere beslutningsrelevans
- Reelle utbyggingsalternativer er ikke tatt med
- Null-alternativet er mangelfullt beskrevet
- Manglende eller uklare avgrensning av tiltakets influensområde
- Plansituasjon, herunder miljømål, er ikke vurdert (referanse kun til dagens situasjon)
- Manglende eller ufullstendige faglige utredninger
- Ikke systematisk skille mellom konsekvenser i anleggsfase og driftsfase
- Virkninger er upresist beskrevet; generell mangel på kvantitativ informasjon
- Varigheten (tidsaspektet) av

- virkningene er ikke angitt
- Usikkerhet i informasjon og resultat er ikke eksplisitt vurdert
- Vurdering av risiko er sjelden integrert i utredningene
- Avbøtende tiltak er mangelfullt utredet; forslag til løsninger er ofte lite operative
- Fragmentert eller ubalansert fremstilling av virkninger og konsekvenser.

På grunnlag av resultatene av evalueringen ble det prioritert fire tematiske områder for mer inngående studier: 1) Aktører, roller og ansvar – legitimitet og prosess i KU; 2) "Scoping" – prosess og metodikk; 3) Prediksjon, usikkerhet og etterprøvnbarhet; 4) Metoder for verdi- og sårbarhetsvurderinger. I tillegg til ovenstående tema ble det besluttet å gjøre en vurdering av KU i forhold til EUs miljødirektiver. En valgte her å se spesielt på EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) siden dette er et av de mest sentrale direktivene på miljøområdet og som danner en overbygning over de øvrige 20 EU-direktiver som omhandler vann.

KU og Vanndirektivet

NIVAs arbeid i SIP'en har naturlig nok vært konsentrert rundt KU og Vanndirektivet. Direktivet er under implementering i Norge i henhold til EØS-avtalen. Målet er å nå god kjemisk og økologisk status for ferskvann og kystvann og god kjemisk tilstand for grunnvann innen 2015. God kjemisk og økologisk status betyr at både kjemiske, biologiske og hydromorfologiske forhold ikke skal avvike vesentlig fra naturtilstanden, dvs. de forhold som ville ha eksistert dersom vannforekomsten ikke hadde vært påvirket av menneskelige aktiviteter. For vannforekomster hvor det ikke er mulig eller uforholdsmessig kostbart å oppfylle målet om god økologisk tilstand er det angitt alternative miljømål.

De høye miljømålene i direktivet vil sette rammer for all virksomhet knyttet til vann. Det medfører bl.a. restriksjoner på alt uttak av vann som påvirker de økologiske forholdene i et vassdrag. Det vil også

innebære en mer restriktiv holdning til nedbygging av vanntilknyttede arealer som for eksempel våtmarker, strandsoner og elvedeltaer. Direktivets krav til vannkvalitet vil nødvendiggjøre strengere tiltak mot forurensing fra bl.a. landbruk, industri, skipsverft, akvakultur, kommunale avløp, avfallsfyllinger og forurenset grunn på land.

De fleste utbyggingstiltak som utløser krav om KU påvirker nærliggende vannforekomster i større eller mindre grad. I relasjon til Vanndirektivet kan KU bidra til å klargjøre virkningene av tiltak som kan ha vesentlige virkninger for vann, og for å bidra til at tiltak lokaliseres og utformes på en måte som fremmer en bærekraftig bruk av vannforekomstene. Dette forutsetter selvfølgelig at KU er i god overensstemmelse med prinsippene og kravene i direktivet.

Resultater fra en studie

For å kunne si noe om graden av samsvar eller sprik mellom KU og Vanndirektivet ble det gjennomført en sammenlignende studie med utgangspunkt i både KU-regelverket og utvalgte KU-eksempler, bl.a. for å avdekke om det er forskjeller i teori og praksis. Det ble lagt vekt på meldingsfase og utredningsprogram, dvs. fasen hvor de viktigste premissene i KU blir fastlagt. Som et hjelpemiddel i analysen ble det utarbeidet en liste med nøkkelfaktorer, herunder 34 underordnede sjekkpunkter, basert på de viktigste kravene i Vanndirektivet. Nøkkelfaktorene er kort beskrevet i det følgende:

Influensområde: Vanndirektivet stiller krav om avgrensning av influensområde for alle typer tiltak og belastninger som påvirker vannforekomstene. Området skal omfatte relevante forhold både oppstrøms og nedstrøms tiltaket.

Helhetlig tilnærming: Vanndirektivet bygger på økologiske forvaltningsprinsipper der alle tema skal håndteres på en integrert måte på tvers av fagdisipliner, sektorer og administrative grenser, og hvor sammenhenger

skal vektlegges.

Planprosess og medvirkning: Direktivet forutsetter både offentlighet (informasjon) og aktiv deltakelse som betingelse for suksess og for å forebygge mulige interessekonflikter. Offentlighet og konsultasjon er å oppfatte som krav.

Økologiske effekter: Vurdering av effekter av tiltak, tilførsler osv. er et kjernepunkt i direktivet og skal måles i henhold til endringer i økologisk status basert på biologiske, hydromorfologiske, fysiske og kjemiske kriterier.

Brukerkonflikter: Det legges i direktivet stor vekt på kartlegging av vannbrukere og konflikter knyttet til bruk og utnyttelse av vannressursene.

Økonomiske analyser: Økonomisk verdsetting av miljø- og ressurskostnader, samt prising av vann tjenester skal brukes som et viktig virkemiddel for å oppnå bærekraftig bruk av vann.

Samordning av planer: Helhetlig nedbørfeltorientert forvaltning er som tidligere nevnt en viktig bærebjelke i Vanndirektivet. Det skal utarbeides integrerte forvaltningsplaner for hver vannregion og planene skal ta opp i seg føringer og mål som er gitt gjennom andre plantyper og planbestemmelser.

Usikkerhet og risiko: Vurdering av risiko og usikkerhet omkring effekter av tiltak er tillagt betydelig vekt i Vanndirektivet. Trender i utviklingen av vannbruken skal også kartlegges og inkluderes i risikovurderingen av vannforekomstene.

Avbøtende tiltak: Vanndirektivet krever utarbeidet et handlingsprogram med konkrete tiltak for å oppnå miljømålene. For vannforekomster som faller inn under unntaksbestemmelsen om alternative miljømål er det stilt krav om utredning av avbøtende tiltak for å oppnå best mulig tilstand.

Etter at sjekklisten og nøkkelfaktorene var utarbeidet og verifisert ble innholdet i gjeldende KU-bestemmelser (forskrift, veiledning etc.)

vurdert opp mot disse med hensyn på grad av samsvar. For å studere KU-praksis ble fire konkrete utredninger valgt ut; tiltak som representerer ulike typer inngrep og påvirkninger på vann, både vassdrag og kystvann:

1. E6 gjennom Melhus i Sør-Trøndelag (veibygging med effekter på Gaulavassdraget)
2. Breidalsoverføringen i Øvre Otta (vannkraftutbygging med effekter på Ottavassdraget og Gudbrandsdalslågen)
3. Gasskraftverk på Tjeldbergodden (industriutbygging med effekter på kystvann)
4. Kongsgård/Vige havne- og industriområde (havneutbygging med effekter på kystvann).

Resultatene viser i følge tabellen at det er overveiende høy grad av samsvar eller delvis samsvar mellom KU-regelverket og kravene i Vanddirektivet. Unntakene gjelder først og fremst i forhold til faktorene usikkerhet og risiko og økonomiske analyser. KU-bestemmelsene stiller i motsetning til Vanddirektivet ikke krav til vurdering av usikkerhet og risiko og det stilles heller ikke noe entydig krav om økonomisk verdsetting av miljø og ressurser innen influensområdet til tiltaket. De samlede resultatene tyder likevel på at det ikke er noe stort sprik mellom de to regelverkene.

Når det gjelder analysen av KU-eksemplene, så viser resultatene at det er overveiende dårlig eller delvis samsvar i måten KU blir gjennomført på i praksis. Et av de største avvikene i forhold til kravene i Vanddirektivet gjelder mangelen på helhetlig analytisk tilnærming i utredningene og svak dokumentasjon av planprosessen.

Selv om det begrensede utvalget av KU-eksempler i studien ikke gir grunnlag for å trekke bastante konklusjoner, så tyder resultatene likevel på at det særlig er behov for å styrke den praktiske gjennomføringen av KU for å oppnå en bedre harmonisering av KU i forhold til Vanddirektivet, men også for å sikre at intensjonene i KU-

Vanddirektivet	KU-grad av samsvar	
	Regelverk	Praksis
• Influensområde (avgrensning)	+	0
• Helhetlig tilnærming	+	0
• Planprosess og medvirkning	++	+
• Økologiske effekter	++	+
• Brukerkonflikter	+	+
• Økonomiske analyser	0	0
• Samordning av planer	++	++
• Usikkerhet og risiko	0	0
• Avbøtende tiltak	++	+

Tabellen gir en forenklet fremstilling av resultatene av studien. Nøkkelfaktorene i Vanddirektivet er listet opp i den venstre kolonnen. Kolonnene til høyre i tabellen viser i hvilken grad KU, henholdsvis KU-regelverket og KU-praksis, er i samsvar med nøkkelfaktorene i direktivet. Forklaring til tabellen:

++=høy grad av samsvar;
+= delvis samsvar og
0= dårlig eller manglende samsvar.

regelverket blir oppfylt. Dette innebærer bl.a. at det må stilles sterkere kvalitetskrav til både prosess og innhold. En mulig praktisk løsning er etablering av systemer for uavhengig, tverrfaglig kvalitetssikring av KU i tillegg til de felle høringsprosessene

skal også lages en samlerapport med oppsummering av resultater, konklusjoner og anbefalinger.

Endringer i KU-regelverket

Nye lov- og forskriftsbestemmelser om konsekvensutredninger er satt i kraft fra 1. april 2005. De nye bestemmelsene medfører at KU i sterkere grad vil bli integrert i den ordinære planprosessen på kommune- og fylkesnivå. Bestemmelsene ivaretar således kravene i EU-direktivet om vurdering av miljøvirkninger av visse planer og programmer (2001/42/EC). De vil trolig bidra til bedre tilpasning av KU i forhold til Vanddirektivet, bl.a. ved krav til helhetlig og integrert tilnærming i tidlig planfase, samt at det blir lettere å avdekke kumulative effekter av flere tiltak innen et geografisk område eller nedbørfelt. Disse forholdene vil bli lagt til grunn for analysene i den siste fasen av SIP'en.

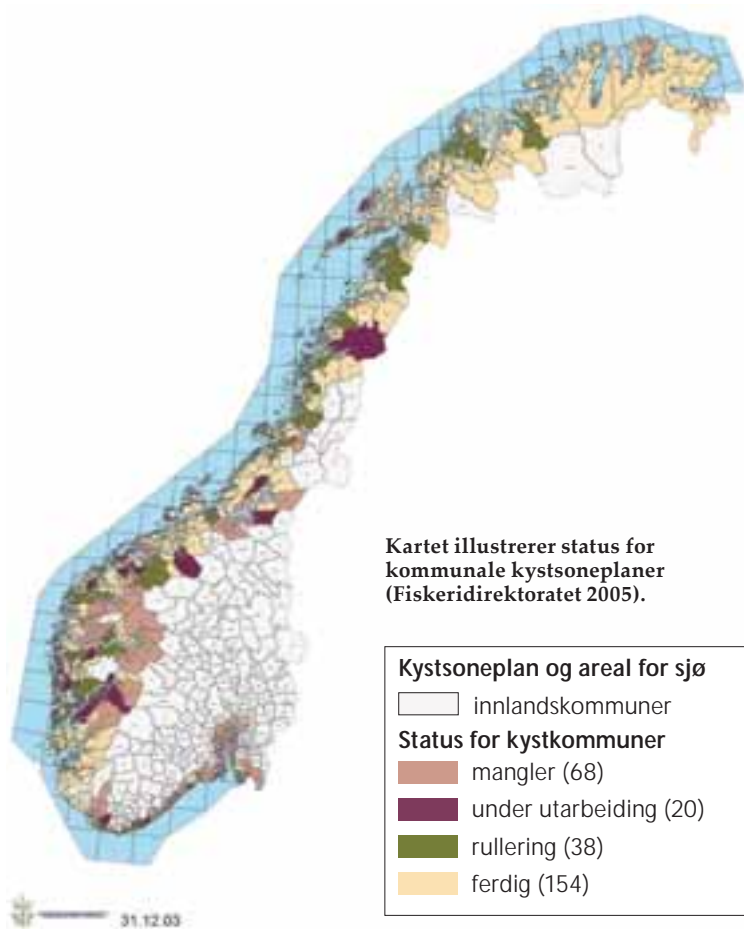
Publisering av resultater

Resultatene fra SIP-arbeidet og de utvalgte temaområdene vil bli publisert i nasjonale og internasjonale tidsskrifter. Det

Planlegging for bærekraftig akvakultur

Jan Henrik Sandberg og
Trond Rosten

NIVA har vesentlig kompetanse innen kystsoneforvaltning og kan bistå både private og offentlige aktører med rådgivning for god utnyttelse av kystsonen til akvakulturformål. Dette er spesielt aktuelt i forbindelse med at det nå er betydelig utvikling av marine grunnkart og fordi det pågår mange prosesser som har, eller som vil komme til å få, stor betydning for kystsoneforvaltningen og lokalisering av anlegg for akvakultur.



Arealplanlegging for sjøområder har naturlig nok helt andre særtrekk enn arealplanlegging på land. I sjø er staten grunneier, rettighetsforholdene er ofte uklare, sjøen er "flytende" og kan planlegges i tre dimensjoner. Det er fortsatt begrenset tilgang på gode grunnkart for planlegging og forvaltning av våre kystnære sjøområder.

Siden plan- og bygningsloven la grunnlaget for arealplanlegging i sjø i 1989, har det blitt utviklet to ulike hovedretninger innen kystsonerplanleggingen i Norge. På Vestlandet, i Trøndelag og i Nord-Norge drives en offensiv planlegging med hovedfokus på marin næringsutvikling. Kystsonerplanlegging på Sør- og Østlandet legger større vekt på hyttebygging, friluftsliv og verneverdier på landsiden.

Erfaringene fra 15 år med kystsonerplanlegging viser at planene ofte har vært et godt verktøy for å samordne interesser, avklare arealkonflikter og legge til rette for ulik virksomhet. Det er allikevel en del "skjær i sjøen". Kystsonerplanene har i for liten grad blitt koordinert på tvers av kommunegrensene, og de burde lagt noe større vekt på å se land- og sjøsiden i sammenheng. For eksempel er det også i akvakulturnæringsen

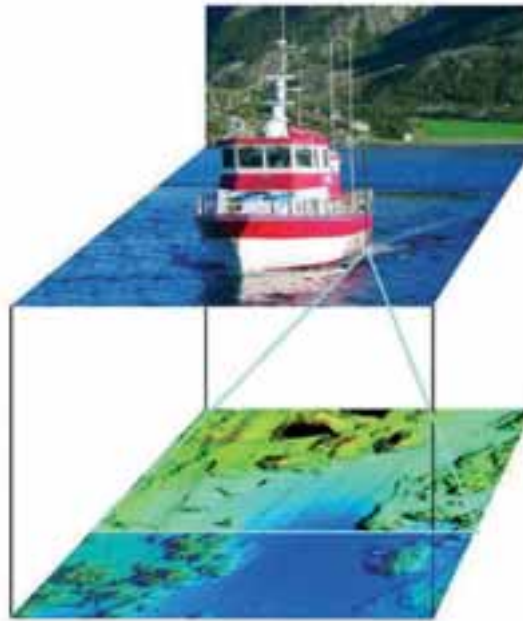
interesse at hyttebygging styres til lite konfliktfylte områder. Kystsoneplanene må også rulleres ved behov. Mange kystsoneplaner har fungert som kamparena mellom ulike interesser og offentlige etater, noe som dessverre har bidratt til at flere kystkommuner har erfaring med at kystsoneplanlegging kan "koste mer enn det smaker".

Selv om tilrettelegging for akvakultur har vært den viktigste motivasjonsfaktoren for utarbeidelse av kystsoneplaner, syntes de første planene i liten grad å ha vært styrende for hvor anlegg ble lokalisert. Viktige problemstillinger, som avstandskrav for å redusere risiko for smitte mellom anlegg har vært vanskelig å integrere i planleggingen. Med tiden har planene blitt mer tverrfaglige og en har i stadig større grad også lagt vekt på andre hensyn, som naturvern, friluftsliv og infrastruktur.

Planlegging for akvakultur

Forholdet mellom kystsoneplanlegging etter plan- og bygningsloven og lokalitetsklarering etter oppdrettsloven har vært krevende. Erfaringene viser at kystsoneplanene bør sette av forholdsvis romslige områder for akvakultur, som inkluderer fiske- og ferdselsforbudssonen (ca. 100 daa eller mer), der det allerede er etablert anlegg. Dette for at mindre justeringer av anleggene ikke skal kreve dispensasjon fra planen.

Områder som er svært godt egnet for framtidig akvakultur, og som er lite konfliktfylt i forhold til andre interesser, bør avsettes som framtidige akvakulturområder. Det er som regel vanskelig å vurdere egnethet uten nærmere undersøkelser i felt. Derfor er det ofte mest hensiktsmessig å sette av såkalte flerbruksområder (NFFFA-områder) der det kan være aktuelt med ny virksomhet. Endelig plassering av anlegg innenfor disse flerbruksområdene skjer etter lokalitetsundersøkelser (som omfatter undersøkelser av sjøbunnen etter MOM-systemet og strømmålinger), med etterfølgende lokalitetsklarering etter oppdrettsloven. Ved lokalitetsklareringen vurderes resipientkapasitet og risiko for spredning av sykdom, noe som i stor grad avhenger av



Sjøbunnskartlegging (Illustrasjon: NGU)

bunntopografi, strømforhold og eksponering. Det skal samtidig tas hensyn til andre interesser som kan komme i konflikt med lokaliseringen, bl.a. natur- og friluftsv verdier, fiskerinæringen og hensynet til sjøverts ferdsel.

Områder hvor kunnskapsgrunnlaget er utilstrekkelig og hvor kommunen ikke har ønske om spesielle prioriteringer, kan godt stå uplanlagt på plankartet. Dette bl.a. for at framtidig akvakultur ikke skal stenges ute fra områder som ikke har vært gjenstand for konkret vurdering.

Ulike former for akvakultur stiller forskjellige krav til lokalitet. I den grad det er mulig å identifisere de best egnede områdene for akvakultur, bør disse bli forsøkt sikret i plansammenheng. Prosjektet "Kystråd" har utarbeidet en veileder som gir mer utfyllende råd om havbruk og kystsoneplanlegging. Veilederen er lagt ut på hjemmesidene til Hordaland fylkeskommune.

Lokalitetsvalg

Norskekysten er hele 57.000 km lang (inkludert holmer og skjær). Kystsonens mangfoldighet med hensyn til eksponering, temperatur og vannkjemi gir mange godt egnede lokaliteter for akva-

kulturproduksjon. Norskekysten har også en forholdsvis godt utbygd infrastruktur.

Å kunne identifisere og ta i bruk de beste lokalitetene for akvakultur er som regel til felles beste for både næringen og miljøet. Rett valg av lokalitet er avgjørende for å redusere lokale forurensningseffekter fra organisk utslipp. De beste lokalitetene gir optimale forhold for dyrevelferd, god helsestatus, lav dødelighet og høy tilvekst. Gode lokaliteter kan også redusere faren for havari og rømming, samt risiko for spredning av smitte og påslag/produksjon av lakselus. Totalt sett vil lokalitetsvalget være viktig for å kunne opprettholde en høy produksjon og en god totaløkonomi.

Dagens anlegg ligger som regel på eksponerte lokaliteter med god vannutsiftning og resipientkapasitet. Hensynet til dyrevelferd og god driftsøkonomi stiller nå som regel større krav til valg av lokalitet enn forurensningsregelverket.

Nye marine grunnkart

De siste årene har det skjedd en betydelig utvikling innen kartleggings- og datateknologi. Dette har gjort det mulig å kartlegge områder i sjø langt

bedre, raskere og rimeligere enn før. Kartleggingene kan bl.a. gi detaljert informasjon om dybdeforhold, sediment, marine naturtyper og prosesser. Store deler av kysten er allerede kartlagt på denne måten, men tilstrekkelig detaljerte data er fremdeles ikke gjort tilgjengelig av militære hensyn. Forsvaret vurderer nå å frigi mer detaljerte data, bl.a. av hensyn til akvakulturnæringen.

Nye marine grunnkart kan benyttes for å identifisere egnede lokaliteter, og sannsynligvis også til å gi indikasjon på potensiell lokalitetsbiomasse. Slike detaljerte data vil i tillegg gi tilleggsinformasjon om bunnstrømsforhold, informasjon om hvor grabbprøver (MOM) bør tas og lette forankring av anlegg. NIVA med samarbeidspartnere (bl.a. Norges geologiske undersøkelse) vil kunne bistå oppdragsgivere med å implementere dette ved kystsoneplanlegging og lokalitetsklarering.

Forvaltning og rammebetingelser i endring

Det pågår mange prosesser som har, eller som vil komme til å få, stor betydning for kystsoneforvaltningen og lokalisering av anlegg for akvakultur. Eksempler er:

- Ny akvakulturlov
- Nytt akvakulturregime (NYTEK, driftsforskrift, tildelingsforskrift og internkontrollforskrift)
- Ny lov om naturmangfold
- Revisjon av dyrevernloven
- Nye stortingsmeldinger om Marin næringsutvikling (nr. 19, 2004-2005) og om Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand (nr. 21, 2004-2005)
- Revisjon av kartlagte fiskeriinteresser
- Nasjonale laksefjorder er under etablering
- Marin verneplan (opprettelse av marint beskyttede områder) er på trappene
- Kommunal kartlegging av marint biologisk mangfold
- Utkast til ny plan- og bygningslov har vært på høring

I dette landskapet vil det bli behov for å klarlegge rammene for framtidig arealplanlegging i kystsone. Det vil være

hensiktsmessig å gjøre de viktigste avklaringene sentralt, i stedet for at våre 280 kystkommuner skal prøve seg fram. Det bør derfor være aktuelt å utarbeide nasjonale retningslinjer for kystsoneplanlegging, i forbindelse med at en ny plan- og bygningslov trer i kraft.

NIVA kan bistå med å øke kunnskapsgrunnlaget for framtidig planlegging og forvaltning i kystsone. Det bør være aktuelt å gjennomføre en systematisk evaluering av hvordan de kommunale kystsoneplanene har fungert. De mange nye føringene og dynamikken innen fiskeri- og akvakulturnæringen kan også medføre et behov for å rullere Fiskeri- og kystdepartementets kartlegging av arealbrukskonflikter i kystsone. Videre vil det være viktig å finne fram til bedre kriterier for å identifisere de best egnede lokalitetene for ulike former for akvakultur.

Utvikling av marine oppdrettsarter. Fokus på brukerrelevans, EU og brukerfinansiering

Albert K. Imsland, Akvaplan-niva

I tråd med målsetningen om å være en ledende aktør innen kommersielt rettet Forskning og Utvikling (FoU) og fungere som et bindeledd mellom forskning og næringsliv innen akvakultur, har Akvaplan-niva prioritert brukerstyrte prosjekter. Dette innebærer at vi søker aktivt samarbeid med ledende oppdrettsaktører innenfor oppdrett av marine arter. Her følger en kortfattet oppsummering av status for de ulike artene og målsetning for FoU-prosjektene som Akvaplan-niva deltar i for øyeblikket.

Akvaplan-niva deltar nå i prosjekter på torsk, kveite, piggar, flekksteinbit, suter og tunge. Bortsett fra de to siste artene, er disse aktuelle som fremtidige oppdrettsarter i Norge. Vi har også våren 2005 fått melding om at nytt EU-prosjekt om oppdrett i lengdestrømsrenner er blitt finansiert. I alle disse prosjektene er det vår målsetning å koble FoU-kompetanse med kommersiell tenking. Gjennom vårt alliansenettverk har vi som mål å være ledende innen praktisk rettede FoU-aktiviteter med fokus på miljøoptimalisering, vannkvalitet og utvikling av produksjonskonsepter for nye arter.

Flekksteinbit

Det er per i dag kun ett integrert yngelproduksjonsanlegg og matfiskanlegg for flekksteinbit i Norge (Tomma Marinfisk AS), mens flere aktører vurderer oppdrett av arten. I Canada er det etablert forsøksanlegg for småskala produksjon av gråsteinbit i Quebec-regionen. På Island bygges det i dag opp et pilotanlegg for yngelproduksjon. Akvaplan-niva deltar i tre forskningsprosjekter på flekksteinbit der to foregår i samarbeid med et oppdrettsfirma på Island (Hlýri hf). Det tredje er i Norge og dette har som mål å utvikle

merdteknologi for flekksteinbit. Forskningsprosjektene på Island vedrører grunnleggende spørsmål knyttet til optimalisering av påvekstfasen hos denne arten. Flekksteinbit egner seg trolig godt for oppdrett i lengdestrømsrenner og vil være i fokus i det nye EU-prosjektet.

Torsk

Det er stor interesse blant private aktører for å investere i torskeoppdrett. Store kommersielle aktører er på banen med bakgrunn i oppdrett, fiske og videreforedling. Norske oppdretteres vide kompetanse innen lakseoppdrett kan enkelt overføres og utnyttes i torskeoppdrett. Lønnsomt oppdrett av torsk er avhengig av å utnytte fiskens vekstpotensial gjennom å optimalisere miljøforholdene, samt ved utvalg av fisk med de beste genetiske forutsetningene. Torsk har en kort historie som oppdrettsart, og det er derfor fortsatt begrenset hvor godt en kjenner mekanismene for vekstregulering hos denne arten.

I dag deltar Akvaplan-niva over en bred front i prosjekter på torsk. Det største er et brukerstyrt prosjekt finansiert av NFR der Akvaplan-niva samarbeider med Universitetet i Bergen og Stolt Sea Farm med tilrettelegg-

ing av settefisk- og påvekstfasen. Utgangspunktet er optimalisering av miljøparametre (temperatur, lysregimer og tetthet) samt fastsetting av grenseverdier for viktige vannkvalitetsparametre (oksygen og ammonium) i intensivt oppdrett. Vi samarbeider også med Vestlandsavdelingen i NIVA om et vannkvalitetsprosjekt på yngelfasen hos torsk

Kveite

Interessen for kveite har svingt som en berg- og dalbane i de siste årene. Arten nærmer seg stadig full kommersialisering, men hemmes av ustabil tilgang av yngel. Vi ser derimot en dreining mot færre og større aktører som på sikt ønsker en helintegrert produksjon. Dette er en utvikling vi også har sett innen lakseoppdrett i de siste årene. Akvaplan-niva har sammen med Universitetet i Bergen, Havforskningsinstituttet og Stolt Sea Farm fått tilslag på et brukerstyrt prosjekt om kveite hos NFR. Målet er å optimalisere påvekstfasen hos kveite vha. temperatur og styrt kjønnsmodning. I dette prosjektet arbeider vi også med problemer knyttet til kvalitet på det endelige produktet.

Piggvar

Norsk innsats innenfor piggvaroppdrett har hovedsakelig dreiet seg om larve- og yngelfasen, mens påvekst vanligvis skjer i Sør-Europa. I løpet av de siste årene har det derimot blitt utført en betydelig forskningsinnsats på piggvar ved flere forskningsanlegg i Norge. Ved UiB og UiT har piggvar stått i fokus for i alt nitten hovedfagsarbeider på 90-tallet. Det er i dag en voksende interesse i mange europeiske

land for å øke produksjon av piggvar, og foreløpige markedsanalyser tyder på at produksjon kan økes kraftig da det finnes et stort marked for piggvar både i Europa og i Sørøst-Asia. For Akvaplan-niva har det derfor vært høyt prioritert å søke midler for å kunne delta i utviklingen av en slik sentral oppdrettsart.

I EUs 6. rammeprogram er det gode muligheter for å søke brukerstyrt CRAFT-prosjekter og i 2003 fikk vi tilslag. Her dreier det seg om et prosjekt styrt og skrevet av APN der deltagerne foruten oss er, Universitetet i Bergen, Havforskningsinstituttet i Nederland (RIVO) og fem kommersielle piggvaroppdrettere (fra Wales, Nederland, Island, Tyskland og Portugal). Hovedformålet er å optimalisere påvekstfasen hos piggvar etter startfôring vha. temperatur, styrt kjønnsmodning og ved å identifisere kritiske vannkvalitetsparametre for oppdrett av piggvar. I tillegg vil det bli utviklet metoder som kan øke kvaliteten og gi bedre utnyttelse av fiskekjøttet.

Andre EU CRAFT prosjekter

Akvaplan-niva deltar i tre andre CRAFT-prosjekter. Det ene (SOLEMATES) er avsluttet. I dette prosjektet ble det arbeidet med utvikling av tungeoppdrett. Denne flyndre-arten er ettertraktet i Sør-Europa og har stort potensial som oppdrettsart. APN har fått tilslag på et CRAFT-prosjekt kalt RACEWAYS våren 2005 med fokus på å utvikling av hyperintensivt oppdrett med utgangspunkt i den

grunne lengdestrømsrennen. De før omtalte artene, kveite, flekksteinbit, tunge og piggvar vil være hovedartene i dette prosjektet. APN vil være koordinator med 12 aktører i fem land. Et hovedmotiv er å utvikle en så konkurransedyktig oppdrettsmetode at outsourcing blir mindre sannsynlig.

APN er den viktigste FoU-partner i et annet CRAFT-prosjekt (PROTENCH) som startet 1. januar 2005 og som har fokus på den varmekjære ferskvannsfisken suter. I alt deltar seks land med 13 partnere og APN vil i særlig grad bidra med å utvikle intensive oppdrettsmetoder basert på den grunne lengdestrømsrennen. Arten er en stor utfordring i oppdrett fordi den har langsom vekst og er svært nervøs. Begge forhold vil en søke å finne løsninger på i de to årene prosjektet løper.

Akvaplan-niva nyter i alle disse prosjektene godt av å stå mellom forskningsmiljøene og de kommersielle aktørene. Denne særstillingen vil vi ta vare på og benytte aktivt mot forskningsfond i EU og Norge. De siste tre årene har vist at Akvaplan-niva har funnet sin nisje når det gjelder å lede og gjennomføre brukerstyrte prosjekter. Denne særstillingen er det viktig å ivareta og utvikle videre innen FoU i akvakultur.



Flekksteinbityngel. Nyere forskning har vist at denne arten er godt tilpasset oppdrettsforhold (Foto: Atle Foss).

Brukermedvirkning i framtidig vann- forvaltning

Jan-Henrik Sandberg

EUs rammedirektiv for vann (Vannrammedirektivet) vil legge de sentrale føringene for norsk vannforvaltning i framtida. Direktivet har i utgangspunktet et unikt potensial for suksess, for målsettingen om rent og godt vann er noe alle kan være enige om. Direktivet stiller dessuten krav om medvirkning fra alle berørte parter. Dette kan bare oppnås dersom det legges til rette for engasjement, deltagelse og gode innspill.

Bakgrunn

Høsten 2004 var det fremdeles ikke gjort grundige vurderinger av hvordan berørte parter skulle medvirke ved arbeidet med vannrammedirektivet i Norge. Erfaringene fra norske pilotprosjekt tydet på at medvirkningsaspektet burde vært prioritert høyere (noe som i stor grad skyldes utilstrekkelige ressurser avsatt til dette formålet). Direktoratgruppen ved Statens forurensningstilsyn ønsket derfor å utarbeide et forslag til strategi for brukermedvirkning. NIVA, med Universitetet i Bergen v/ Roger Bennett som underleverandør, ble tildelt oppdraget. Arbeidet ble gjennomført i samarbeid med en tverrfaglig arbeidsgruppe med representanter fra forvaltning, næringsliv og interesseorganisasjoner.

Hvorfor medvirkning?

Medvirkning betyr i denne sammenhengen å la berørte parter få innflytelse på implementering, gjennomføring og resultater av vannrammedirektivet. Dette stiller store krav til informasjon, kommunikasjon og styring av forventninger. Brukermedvirkning er ingen målsetting i seg selv. Viktigere er det at god og reell medvirkning gir godt forankrede resultater

og interesse for å gjennomføre tiltak, ofte med mindre bruk av ressurser.

Vannrammedirektivets artikkel 14, og de såkalte CIS-veilederne om medvirkning og planlegging, stiller krav om at alle berørte parter på et tidlig stadium skal få reelle muligheter til å påvirke gjennomføringen av direktivet. Disse kravene omfatter spesielt utarbeidelse av forvaltningsplaner og handlingsprogram, men det er også naturlig at medvirkning vektlegges i karakteriseringsfasen, ved fastsettelse av miljømål på alle nivå og ved gjennomføring av nødvendige tiltak for å nå disse miljømålene.

Forskjellige aktører vil ha ulike motivasjoner for å delta i medvirkningsprosesser. Sentrale myndigheter ser på medvirkning som et redskap for å sikre tilgang til lokalkunnskap, identifisere belastninger og utslipp, finne fram til gode tiltak og ikke minst sikre best mulig forankring av handlingsprogram og forvaltningsplaner. Kommuner, organisasjoner, næringsinteresser og interesseorganisasjoner (såkalte NGOer) ser også på medvirkning som en mulighet til å påvirke ambisjonsnivået, og for å sørge for at egne interesser blir tatt hensyn til.

Den uten sammenlikning viktigste faktoren for å mobilisere til og opprettholde interessen for medvirkning, er at denne medvirkningen er reell. De som deltar må kunne påvirke målsettinger, gjennomføring, tiltak og resultater. Hvis ikke blir medvirkningsprosessen redusert til en byråkratisk øvelse. Det beste norske eksempelet på medvirkning i tilknytning til arbeidet med vanddirektivet ser ut til å være Morsa-prosjektet i Østfold. Andre gode eksempler er Emån-prosjektet i Sverige, hvor bygde- og næringsutvikling har foregått parallelt med innføringen av direktivet, og ikke minst "Ribble Pilot River Basin" i England.

Videre arbeid

Forvaltningsplanene er overordnede dokumenter som skal oppsummere status og føringer for den framtidige vannforvaltningen innenfor sitt dekningsområde. Planene er mer å forstå som en formell rapportering av områdets tilstand og målsettinger enn en egentlig "plan". Medvirkning må derfor også være en sentral del av grunnlaget for disse planene (karakterisering, fastsettelse av miljømål og handlingsprogram).

Den såkalte karakteriseringen skal resultere i en vurdering av vannforekomstens økologiske status. Siden hovedtyngden av karakteriseringsarbeidet skal gjennomføres allerede i 2005, haster det spesielt med å utarbeide rammer for medvirkning ved dette arbeidet.

Vannrammedirektivet inneholder klare føringer for hvilken miljøkvalitet som skal oppnås. Et overordnet miljømål er at alle vannforekomster skal beskyttes mot forverring av tilstanden. I tillegg skal de oppnå god økologisk status. Brukermedvirkning er nød-vendig for å oppnå realistiske og gode målsettinger, og ikke minst for å motivere til at nødvendige tiltak faktisk blir utført. Det vil derfor være naturlig at miljømål, handlingsprogram og forvaltningsplaner blir politisk forankret ved at de vedtas på kommunalt og fylkeskommunalt nivå. Det må samtidig etableres en statlig godkjennelsesordning.

Det er tatt sikte på at den nye plan- og bygningsloven skal

bli det sentrale verktøyet for arbeidet med vannrammedirektivet, både som prosesslov, for å fastsette miljømål, for å vedta handlingsprogram og forvaltningsplaner og ikke minst for å ivareta hensynet til brukermedvirkning.

Selv om innføringen av vannrammedirektivet er forsinket i Norge, er det ennå ikke for sent å legge til rette for tilfredsstillende medvirkningsprosesser. I utkastet til medvirkningsstrategi foreslås det at den sentrale forvaltningen bør vurdere å gjennomføre flere tiltak. Dette omfatter bl.a.:

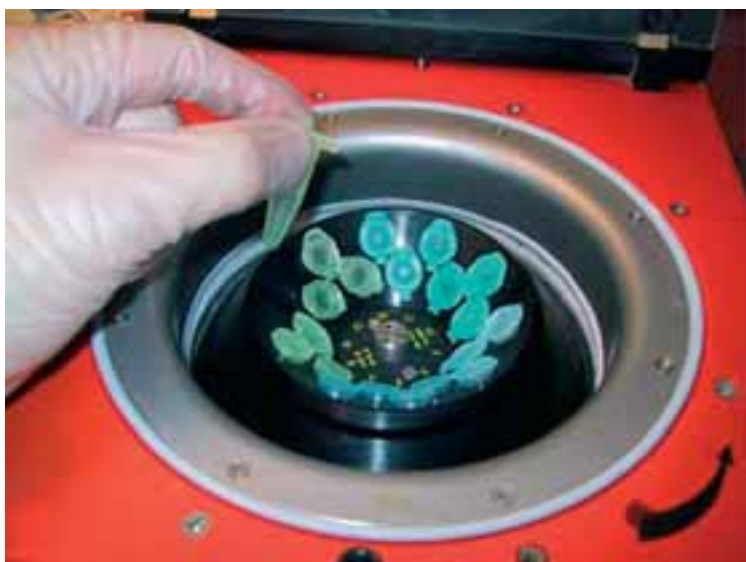
- Å sette klare rammer for brukermedvirkning på vannregion og vannområdenivå. Dette må først skje med hensyn til karakterisering, deretter for fastsettelse av miljømål, handlingsprogram, forvaltningsplaner og ved gjennomføring av tiltak.
- Medvirkning skal evalueres og rapporteres. Denne evalueringen må forberedes fra starten av.
- Utarbeide klar og enkel informasjon om hva vannrammedirektivet i praksis vil innebære, beregnet på organisasjoner, næringsliv og publikum.
- Oversette CIS-veilederen om brukermedvirkning til norsk.
- Gjennomgå terminologien som brukes i omtale av vannrammedirektivet, med tanke på forenkling og systematisering.
- Sette av økonomiske ressurser til tilfredsstillende medvirkningsprosesser.
- Opprette et konsultativt organ med representasjon fra sentrale landsdekkende organisasjoner. Organet bør stiftes så snart som mulig og gis et klart mandat.

Utkastet til medvirkningsstrategi er i første omgang ment som et kunnskaps- og diskusjonsgrunnlag. Det er lagt opp til at utkastet skal videreutvikles parallelt med at organiseringen av den framtidige vannforvaltningen tar form. Det er fortsatt aktuelt å nedsette en "Nasjonal referansegruppe for informasjon og medvirkning". Denne gruppa vil kunne bli sentral

når rammene for medvirkning ved det framtidige arbeidet med vannrammedirektivet skal fastsettes.

Nye effektbaserte metoder innen giftighetstesting, miljøovervåking og risikovurdering

Merete Grung, Rainer Lichtenthaler, Cecilie Sandberg og Knut-Erik Tollefsen



Miljørisiko er avhengig av om et gitt stoff finnes i miljøet, om stoffet akkumulerer i organismer og om stoffet er giftig ved aktuelle konsentrasjoner i miljøet. Tiltak mot produksjon, bruk og utslipp av miljøfarlige stoffer er avhengig av hvor mye kunnskap vi har om de ulike stoffene.

Mange av de "nye" miljøgiftene, som for eksempel hormonforstyrrende stoffer, bromerte og fluorerte stoffer, legemidler, personlig pleieprodukter og algetoksiner, har mange virkemåter og det er ofte dårlig kartlagt hvilke biologiske effekter de har i ulike organ-

ismer. I tillegg er mange av disse stoffene virksomme ved lave konsentrasjoner, noe som setter våre analytiske metoder på en prøve i forsøk på å koble observerte effekter til enkelt-stoffer i komplekse miljøprøver.

For å imøtekomme disse utfordringene har NIVA satset strategisk på utvikling av biologiske effektmetoder og analytisk evne til å avdekke hvilke stoffer som bidrar til giftigheten i komplekse miljøprøver. Denne satsningen er basert på en kombinasjon av ulike økotoxikologiske effektmetoder kombinert med høyt oppløselige kjemiske analysemetoder for polare (LCMS) og upolare (GCMS) stoffer.

Sensitive analysemetoder for polare og upolare stoffer

Konvensjonelle teknikker som gasskromatografi koplet med massespektrometri (GCMS) har lenge dominert analyser av miljøfarlige organiske stoffer. Dette er en følsom og selektiv teknikk som har vært lenge i bruk ved NIVA for å kunne påvise blant annet miljørelevante forbindelser som PAH, PCB og bromerte flammehemmere. Det er også en teknikk som egner seg godt for å identifisere ukjente forbindelser.

For å supplere og forsterke vår analytiske evne, har NIVA investert i LCMS (væskeskromatografi koplet med

massespektrometer) som også egner seg for komponenter med høy polaritet, lav flyktighet eller termisk instabilitet. Nye typer teknikker for ionisering og massespektrometrisk deteksjon gir tilstrekkelig følsomhet på mikro-, nano- og picogram-nivå, som er en forutsetning for problemstillinger relatert til miljø. For å kunne dekke NIVAs behov som baserer seg på å kunne bearbeide et vidt spekter av problemstillinger relatert til miljøkjemi, overvåking, økotoxikologi, risikovurderinger og ulike typer av miljøteknologi, har vi en instrumentering med tilstrekkelig høy oppløsning og som gir mulighet for selektiv og nøyaktig kvantitativ bestemmelse.

Noen av de nye stoffene som nå kan analyseres er hormonforstyrrende stoffer, legemidler og personlige pleieprodukter. Andre bruksområder vil være å studere effekter på kroppens signalstoffer. Signalstoffene kan påvirkes av enkelte miljøgifter, og det er derfor viktig å kunne se på hvordan balansen mellom signalstoffene fungerer. Et annet område der LCMS som metode egner seg godt, er omsetning av giftstoffer i en organisme. Det er mulig å se på metabolitter av kjente miljøgifter, og se på hvilke skadeeffekter de har.

LCMS tenkes også benyttet i overvåkning av toksiske forbindelser produsert av alger (ofte blågrønnalger). Algetoksiner er en heterogen gruppe av forbindelser og det er i dag bare følsomme LCMS-teknikker som tillater bestemmelse av alle kjente stoffer av den typen. Teknikken er også blant de mest følsomme til å kartlegge, karakterisere og identifisere nye toksiske metabolitter.

Biologiske effektmetoder

Tilstedeværelse av "nye" miljøgifter i miljøet setter krav til giftighetstesting og utvikling av metoder som kan fange opp ikke-tradisjonelle skadeeffekter i organismer. NIVA har derfor i de siste årene satset sterkt på utvikling av ulike biologiske testmetoder for å kunne avdekke potensialet for langtidseffekter. En rekke biologiske tester er derfor i bruk for å blant annet avdekke hormonforstyrrende, DNA-skadende, veksthemmende og dioksinliknende stoffer.



Foto: Bjørn Faafeng

Ved bruk av følsomme og spesifikke metoder som enten måler uttrykk av gener (rtPCR), proteiner (ELISA) eller enzymatisk aktivitet (katalytiske målemetoder) kan man på et tidlig tidspunkt fastslå om enkeltstoffer eller miljøprøver inneholder stoffer med uønskede egenskaper.

For å imøtekomme et økende behov for bredspektrede giftighetstester i tilknytning til testing av "nye" miljøgifter, er NIVA i ferd med å etablere følsomme metoder basert på mikromatriseteknologi. Mikro-matriser, som baserer seg på semi-kvantitativ analyse av flere tusen gener samtidig, har med suksess vært benyttet innen human medisin og toksikologi for å studere medikamenters effekt på ulike organismer. En bevisst satsning innen dette området vil kunne komplementere eksisterende standardmetoder og sette oss i stand til å møte morgendagens utfordringer innen giftighets-

testing, overvåking og risikovurdering.

Bruksområder

En kombinasjon av effektbaserte metoder og kjemisk analyse av giftstoffer har bidratt til å øke vår forståelse for hvilke effekter nye miljøgifter kan gi. Det avdekker også hvilke stoffer som bidrar til giftighet i ulike utslipp og forbedrer vår evne til å gjennomføre risikovurdering av kjemikalier og utslipp til miljøet. En bevisst kobling mellom biologiske og kjemiske metoder bidrar således til å gi en overordnet (holistisk) økotoxikologisk vurdering av miljørisiko i en verden hvor stadig nye stoffer påvises i miljøet.

Aluminiumsstress hos ørret kan forutsies ved hjelp av passiv prøvetaker

Oddvar Røyset, Bjørn Olav Rosseland, Torstein Kristensen, Frode Kroglund, Øyvind Aaberg Garmo (NTNU) og Eiliv Steinnes (NTNU).

Den passive prøvetakeren DGT (Diffusive Gradients in Thin Films) måler gjennomsnittlig konsentrasjon av løste metallioner i vann over tid, omtrent på samme måte som et dosimeter. Forskning på NIVA har vist at denne prøvetakeren er et nyttig verktøy for å forutsi stress hos ørret eksponert for surt vann med forhøyede konsentrasjoner av løste reaktive aluminiumioner. NIVAs resultater har vakt internasjonal oppmerksomhet og er publisert i det anerkjente amerikanske tidsskriftet *Environmental Science and Technology*.



Forhøyede konsentrasjoner av aluminium har vært et miljøproblem i områder påvirket av sur nedbør i Sør-Norge, men også i anlegg for produksjon av settefisk (smolt) til norsk akvakultur. Løste frie ioner av aluminium binder seg til fiskegjellene og forstyrrer oksygenopptaket og ionebalansen. Forhøyede konsentrasjoner stresser fisk og kan ved langvarig eksponering føre til fiskedød.

Inntil år 2000 ble målinger av de giftige aluminiumsforbindelser hovedsakelig basert på labora-

torieanalyser. Dette har vært problematisk da de giftige formene av aluminium er ustabile og kan omdannes til ugiftige forbindelser på veien til laboratoriet. Det er mulig å analysere i felt, men feltmetoden krever tilgang til et mobilt laboratorium og trenede operatører. Med feltmålinger får man fortsatt bare stikkprøver, og det må tas prøver over flere dager for å beregne en midlere belastning over tid.

Da NIVA startet uttestingen av den passive prøvetakeren DGT i 2000, var vi på jakt etter et nytt verktøy for å måle de giftige formene av aluminium i surt overflatevann. Fordelen med DGT'ene er at de kan eksponeres i vannet sammen med fisken og registrerer det samme som fisken eksponeres for. De fanger opp de løste ionene direkte (*in situ*) uten tidsforsinkelse fra prøvetaking til lagring. Så snart det tas opp av vannet, stoppes prøvetakingen og de kan sendes til laboratoriet for avlesning uten problematiske lagringseffekter.

De kan ligge i vannet over en periode fra noen dager til noen uker og kan dermed betraktes som et dosimeter, som integrerer mengden av de giftige formene av aluminium over tid. Dessuten fanger de hovedsakelig opp de løste ionene av aluminium som vi mener er mest giftige overfor fisk.

Fra 2001 til 2003 ble DGT'ene testet i to NFR-PROFO prosjekter: DGT-prosjektet (Oddvar Røyset) og ANC-RECOVERY (Bjørn Olav Rosseland). Ved siden av forskere fra NIVA deltok flere hovedfagstudenter ved NTNU og UiO.

Via disse prosjektene ble det utført eksponeringsforsøk med aluminium overfor ørret (*Salmo trutta* L.) i surt vann, der vi målte vi en rekke fysiologiske parametere for å registrere stresseffekter, bl.a. blodsukker (glukose) og plasmaklorid. Dersom gjellene blir skadet må fisken arbeide hardere for å få nok oksygen og da stiger blodsukkeret. Fisken får problemer med ione-reguleringen i gjellene og konsentrasjonen av plasmaklorid faller.

Figuren 1 - 4 viser de viktigste resultatene fra dette arbeidet. Figur 1 viser at gjelleopptak av aluminium fremkaller stress, som vist ved økning i blodsukker og fall i plasmaklorid. Dette visste vi fra tidligere, men hvordan skulle vi kunne finne en måte å forutsi dette på uten å ta gjelleprøver og dermed drepe fisken? Figur 2 viser at DGT-målinger forutsier stresseffekten fra aluminium. Vi får høye korrelasjoner mellom DGT-integrert aluminium og stresseffekt, som til dels er bedre enn de vi oppnår mellom gjelle-aluminium og stresseffekt i Figur 1.

Figur 3 viser den samme relasjonen som i Figur 2, men her basert på laboratoriemålinger av de reaktive aluminium-forbindelsene (basert på den klassiske pyrocatecholviolett-metoden (PCV), utviklet på NIVA i forbindelse med sur nedbørforskningen på 1980-tallet). Også her oppnås gode korrelasjoner, men det er en viktig forskjell i forhold til figur 2. Laboratoriemetoden måler for lavt reaktivt aluminium i forhold til fiskens respons, da kurvene er

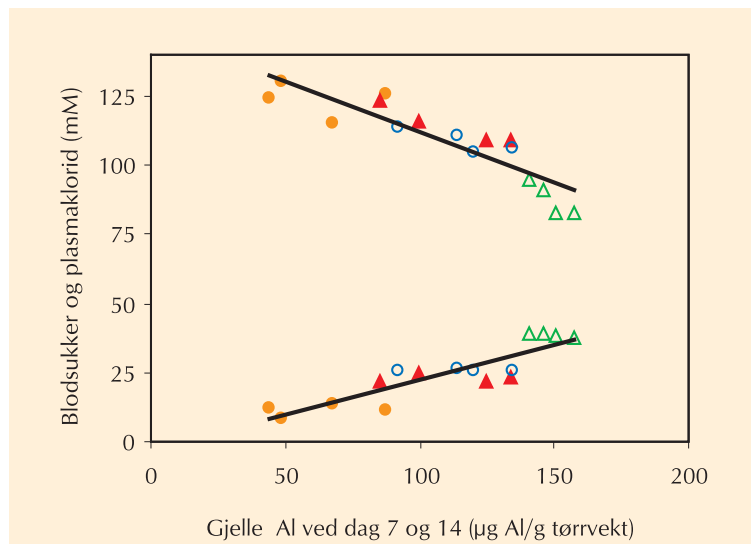


Fig. 1 Sammenheng mellom plasmaklorid (øvre kurve), blodsukker (nedre kurve) og gjelleopptak av aluminium.

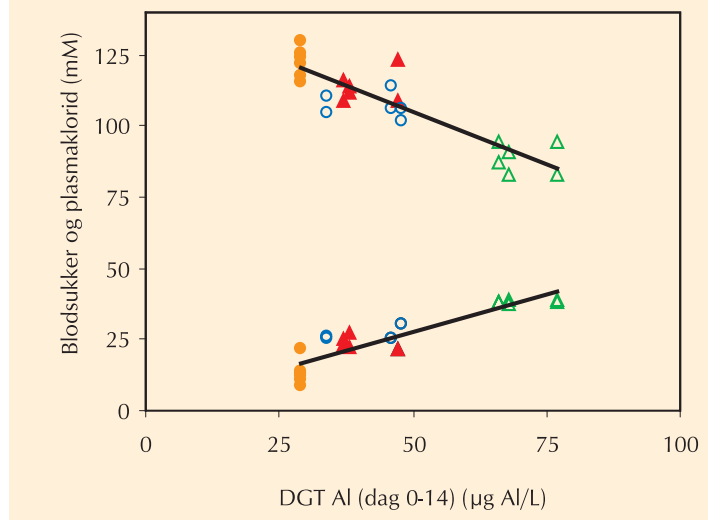


Fig. 2 Sammenheng mellom plasmaklorid (øvre kurve), blodsukker (nedre kurve) og DGT-Al integrert over 14 dager (x-akse)

parallellforsjøvet til venstre i forhold til Figur 2. Fisken er tydelig stresset selv om vi måler bare 5 - 10 µg Al/L med PCV-metoden. Vi kunne registrere at blodsukkeret var forhøyet og at plasmakloridet var senket. Ved så lave konsentrasjoner av reaktivt aluminium skulle fisken være nesten upåvirket. Figur 4 viser årsaken til det underlige mønsteret i Figur 3. DGT måler betydelig høyere konsentrasjonen (20-30 µg Al/L) enn laboratoriemetoden.

Dette viser at DGT-prøvetakerne kan forutsi disse stresseffektene

på en bedre måte enn vår gamle laboratoriemetode, der de viktigste fordelene er:

- Fysiologiske stress målt via blodsukker og plasmaklorid er relativt trege reaksjoner. Tidsintegrert DGT-aluminium målt over en til to uker, ser ut til å være en god indikasjon for slike trege reaksjoner.
- DGT tar prøvene *in situ*, dvs. at den samler opp de giftige formene direkte i vannet og måler det samme som fisken er eksponert for.
- Reaktivt aluminium målt

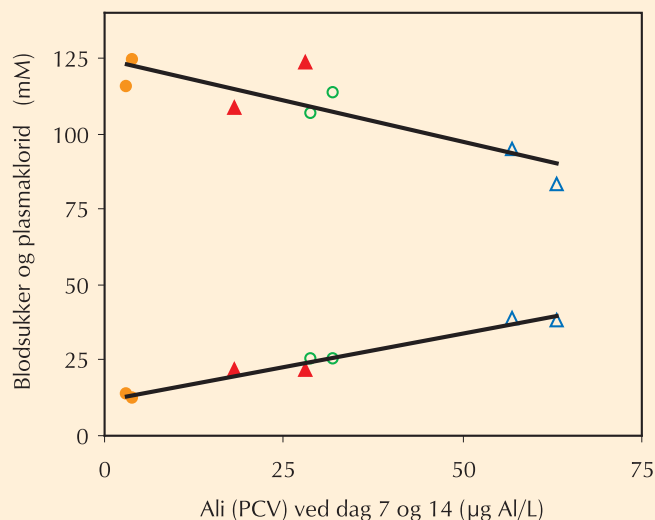


Fig. 3 Sammenheng mellom plasmaklorid (øvre kurve), blodsukker (nedre kurve) og reaktivt aluminium målt med laboratorie-metoden (PCV)

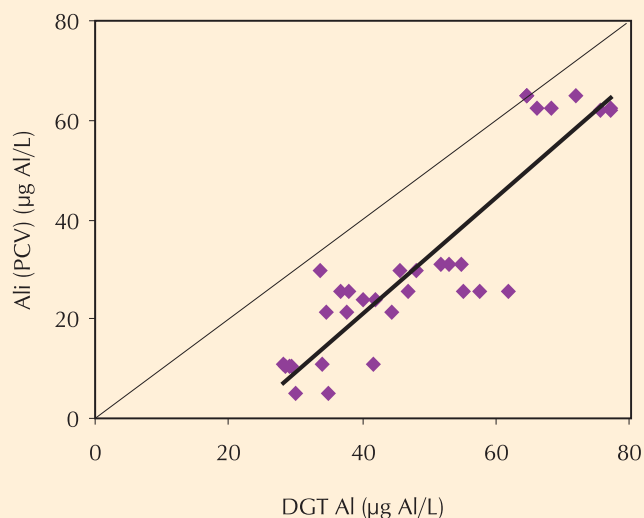


Fig. 4 Sammenheng mellom reaktivt aluminium målt med DGT (DGT-Al) og basert på laboriemålinger (Ali)

med laboriemetoder kan gi for lave verdier, hovedsaklig fordi en del av de reaktive giftige formene av aluminium kan forsvinne under lagring. Dette problemet er størst ved vann-behandling slik som ved kalking for å fjerne de giftige formene av aluminium. Da blir aluminiums-kjemien ustabil, og det er her vi trenger slike feltmålinger aller mest for å overvåke at vannbehandlingen virker.

- Lagringsproblemet gjelder for alle laboriemetoder. Reaktivt aluminium må "fanges i flukten" og der har DGT en unik egenskap.
- DGT er enkle og lite arbeidskrevende å benytte. Kombinert med rimelige analyser og god effektivitet, gir de mye "kunnskap for pengene".

NIVA anvender for tiden DGT-prøvetakere i mange prosjekter: Innen akvakultur anvendes de i settefiskanlegg via vannkvalitetsundersøkelsene (VK), i forbindelse med testing av vannbehandlingsanlegg, samt ved studier av problemer med høye konsentrasjoner av jern. DGT anvendes til å undersøke hvor fort aluminium og jern avgiftes når elvevann blandes med sjøvann, noe som har vært et problem for fiskeoppdrett i fjorder med periodevis tilførsel av surt vann under snøsmelting og flømeepisoder. I miljøundersøkelser er de benyttet ved overvåkning av avrenning fra gruver og fra veianlegg samt ved sporing av utslippskilder. Vi tror at DGT i fremtiden også kan bli et nyttig verktøy f.eks. ved overvåkning av kalking av forsurete vassdrag.

NIVA Vestlands- avdelingen 20 år!

Åse Åtland og Vilhelm Bjercknes

Den første lederen for Vestlandsavdelingen Siri Elvestad sammen med Vilhelm Bjercknes og Erlend Waatevik:



Året 2005 bærer preg av å være et jubileumsår for NIVA Vestlandsavdelingen. Etableringen skjedde i oktober 1984, men den offisielle starten var i januar 1985. Jubileet ble feiret 4. februar 2005 med et seminar om utfordringer for norsk oppdrettsnæring.

Utgangspunktet for avdelingen var Siri Elvestad som en tid hadde vært ansatt i NIVA med arbeidssted på Geografisk Institutt ved Universitetet i Bergen. Fra og med oktober 1984 fikk hun med seg Vilhelm Bjercknes og Erlend Waatevik som på denne tiden drev sitt eget firma som faktisk het "AS Akvaplan" - lenge før det vi i dag kjenner som Akvaplan-niva ble etablert i Tromsø. De to herrene hadde i lengre tid drevet firma for undersøkelser og rådgiving innen "akvakultur og fiskepleie". Kontakten med NIVA startet egentlig med konsultasjoner om en gjensidig

samarbeidsavtale, men endte med et tilbud om ansettelse på betingelse av at "AS Akvaplan" ble nedlagt. I tillegg til disse tre fulgte også sekretæren Inger Midttun med, også hun fra Geografisk Institutt.

Oppstarten ble markert med et eget møte på Hotell Norge hvor presse og fagmiljøer i Bergen var invitert. Daværende NIVA-direktør Lars N. Overrein orienterte om instituttet, og om opprettelsen av denne avdelingen, mens NIVAs forskningsleder Bjørn Braaten omtalte NIVAs engasjement innen akvakultur. Siri Elvestad fulgte opp med orientering om kystsonenplanlegging på Vestlandet. De to viktige satsningsområdene i oppstartsfasen var kystsonenforvaltning og akvakultur.

Flaggprosjektet de første årene var "Regional kystsonenplan for Sunnhordland", med Samarbeidsrådet for

Sunnhordland som oppdrags-giver. Prosjektbudsjettet var på over 4 mill. kr over 3 år. Dette prosjektet ga knoppskyting både innen kystsoneplanlegging og akvakultur.

Det mest eksotiske av disse prosjektene var utvilsomt "Miljøforsk", et forprosjekt til opprettelse av en forsknings-stasjon på Husnes i Hardanger med oppdrettsmiljø som spesialfelt. Erlend Waatevik var entusiastisk prosjektleder. Samarbeidsrådet satte mye inn på å få denne stasjonen realisert, og fremskaffet midler til bygging. Driften skulle dekkes inn gjennom salg av smolt og prosjektvirksomhet. Da smolt-prisene falt drastisk i 1987 falt også mye av driftsgrunnlaget for stasjon bort, og NIVA besluttet å trekke seg fra samarbeidet. Dette tidspunktet viste seg senere å markere kulminasjonspunktet for oppdrettsnæringens "gullalder" - og NIVAs oppdragsvirksomhet innen akvakultur. Andre markeder ble viktige for Vestlandsavdelingen, bl.a. giftige alger, marin forurensing, vassdragsreguleringer og sur nedbør.

Vestlandsavdelingen har vokst betraktelig siden oppstarten i 1985, og optimismen er stor. Pr. i dag teller avdelingen 11 ansatte, hvorav 9 forskere, en doktorgradsstipendiat og en avdelingssekretær. I tillegg har Atle Foss, som arbeider ved Akvaplan-niva, fast arbeidssted ved NIVA Vestlandsavdelingen. Avdelingen representerer en rekke fagområder innen bruk, forvaltning og overvåking av vann, og tilstreber tverrfaglige prosjekter som spenner over salinitetsgrensen mellom ferskvann og sjø. Den brede naturfaglige sammensetningen med kompetanse på planteplankton, dyreplankton og fisk kan lett kobles opp mot avdelingens ekspertise innenfor vannkvalitet, GIS, fjernmåling, instrumentering, numerisk modellering og datakommunikasjon. I et jubileumsår er det interessant å merke seg at vi på mange måter er tilbake til de første satsingsområdene – kystsoneforvaltning og akvakultur, men med nye, moderne metoder og ny kunnskap.

4. februar 2005 arrangert vi et stort fagseminar "Vannstatus

2025". Vi valgte å markere jubileet med å forsøke å se 20 år fram i tid, og å forsøke å si noe om viktige utfordringer for norsk akvakulturnæring. Seminaret ble åpnet av Bergens ordfører Hermann Friele, som fremhevet Bergen som en internasjonal metropol for vannforskning, marin forskning og klimaforskning, en kontekst der NIVA absolutt hører hjemme. Oppslutningen om seminaret var over all forventning med 100 deltagere fra både akvakulturnæringen, forvaltningen og fra samarbeidende fagmiljøer. Temaene var inndelt i tre hovedbolker: "Intensiv drift og dyreetisk forsvarlig produksjon", "Klimasituasjonen 2025" og til slutt "Bærekraftig næringsutvikling". Responsen på seminaret var meget positiv og foredragene finnes på: www.niva.no/jubileum.



Nordisk seminar om bunndyr i vassdrag

Karl Jan Aanes

Nordisk benthologisk forening (NORBS) hadde i 2004 sin 5. konferanse i Lærdal i perioden 9. til 12. mai. Dette er en foreteelse som skjer hvert 2.-3. år og samler ferskvannsekologer fra hele Norden som arbeider med bunndyr i elver og innsjøer. Denne gang var det Norge – og NIVA - sin tur til å ta ansvar for arrangementet.



Fire av konferansedeltakere på befarings. (Foto: Terje Eggum, Sogn Avis)

Vertskap for konferansen var NIVA og ansvar for det faglige opplegget samt gjennomføring hadde Karl Jan Aanes, NIVA med assistanse fra John E. Brittain, Universitetet i Oslo, Gunnar Raddum, Univ. i Bergen, Jo Vegar Arnekleiv Univ. i Trondheim og

Torleif Bækken, NIVA.

Lærdal ble valgt som sted for å vise våre kollegaer en type vassdragsnatur som er forskjellig fra det man ellers ser i Norden. Arrangementet samlet vel 50 deltagere fra alle de nordiske landene samt Estland. Det faglige innholdet ble presentert gjennom inviterte foredrag og et stort antall presentasjoner i form av foredrag og postere. Det er gitt ut en NIVA-rapport fra konferansen (løpenr. 4827-2004) som sammenfatter program og hvert av bidragene. Ellers ble konferansen godt dekket i lokal presse.

Konferansen ble åpnet av Knut A. Aaretun ordfører i Lærdal kommune som sammen med NIVA og Østfold Energi

Produksjon hadde støttet arrangementet økonomisk. Tettstedet Lærdal viste seg å være velegnet for et slikt arrangement. Det flotte Villaks-senteret, som viser historien rundt laksen og laksefiske i Lærdalselven, med akvariet, ga en fin ramme rundt konferansen.

Dagene forløp med faglige interessante innlegg og diskusjoner, en workshop ble avholdt på temaet taksonomi ledet av prof. Ole Sæter i Bergen på gruppen fjærmygg. Det var en kveldsekskursjon langs Lærdalselven med lokale veivisere representert ved formannen i Lakselaget og rådmannen i kommunen. Denne ble avsluttet med et besøk i et av kraftverkene til Østfold Energi.

Ellers var rammene rundt arrangementet optimale med sol fra skyfri himmel, grønne ller, fruktblomstring og stor vannføring i vassdragene som også bidro til at dagene i Lærdal ble en stor opplevelse for deltagerne. Enkelte fulgte også en ekskursjon etter konferansen fra Lærdal til Bergen med stopp og orientering om aktiviteter og prosjekter i Aurlands-, Vosse- og Eksingedals-vassdraget. Neste NORBS konferanse blir i Kalmar i 2006.

Internasjonal konferanse om toksinproduserende cyanobakterier

Thomas Rohrlack

Siden den første internasjonale konferansen om toksinproduserende cyanobakterier (blågrønnalger) ble arrangert i 1995, har forskere innen dette feltet møttes hvert tredje år for å utveksle og diskutere nye og spennende resultater. Til nå er slike konferanser blitt arrangert i Danmark, USA og Australia. I 2004 var det Norges tur.



Det er en spennende del av hver konferanse å velge stedet for neste konferanse. 3 alternativer ble diskutert for konferansen i 2004: Japan, Tyskland og Norge. Hvert av landene hadde gode grunner for å bli foretrukket og det var derfor en gledelig overraskelse at Norge trakk det lengste strået.

Som ansatt på NIVA var det en spesiell glede for begrunnelsen for at Norge ble valgt denne gangen: våre kollegaer ville til Norge for å hylle Olav Skulberg og hans mangeårige arbeid med

toksinproduserende cyanobakterier. Mange av oss har lært mye av Olav og har mye å takke ham for. Olav fikk også æren av å innlede konferansen med et inspirerende foredrag. Med sans for interessante og for mange av oss nye detaljer, understreket han at denne forskningsgrenen er like viktig som for flere tiår siden.

Prof. Geoffrey Codd fra Skottland beskrev toksinproduserende cyanobakterier som et stort og voksende problem verden over. Algetoksiner

ødelegger vannkvaliteten i forskjellige vannforekomster i alle verdensdeler. Men mens rike land har mulighet til å håndtere problemet på en tilfredsstillende måte, er problemene store i mange land i den tredje verden der klart og rent vann er en ukjent ressurs; spesielt i Asia og i Afrika.

Flere NIVA-prosjekter ble presentert i løpet av konferansen. Stipendiat Sigrid Haande var først ute med de første resultatene fra våre undersøkelser i Victoriasjøen i Uganda. Deretter ga stipendiat Camilla Blikstad en oversikt over observasjoner av toksinproduserende blågrønnalger i Steinsfjorden og ellers i Norge. Flere presentasjoner baserte seg også på undersøkelser av NIVAs algekultursamling, bl.a. mhp. innhold av mulige kreft-hemmende forbindelser.

Konferansen hadde denne gang spesielt fokus på molekylærbiologi knyttet til de toksinproduserede cyanobakteriene. For første gang ble det presentert indikasjoner på at slike organismer hadde evnen til toksinproduksjon allerede langt tilbake i utviklingshistorien. Finske forskere hevdet at microcystiner, et av de vanligste algetoksinene, forekom allerede da cyanobakteriene utviklet seg for omlag 1000 millioner år siden. Dette setter igjen et interessant fokus på hvordan og hvorfor slike kjemiske forbindelser blir dannet. Andre forskere stilte spørsmålsteget ved de finske resultatene, men dette var bare ett av mange spørsmål som ble debattert under konferansen.

Et annet interessant tema var den raske utviklingen av forskjellige typer av cyanotoksiner. Inntil nylig har forskerne beskrevet microcystiner og noen få andre giftige substanser som kan produseres av cyanobakterier. Nye metoder gir oss allerede mulighet til å beskrive et hundretalls slike giftige forbindelser.

Rapporter kan bestilles fra NIVAs rapportarkiv:
 tlf.: 22 18 51 00 - fax: 22 18 52 00 - borgny.iversen@niva.no

Særtrykk kan bestilles fra første forfatter

Rapporter

Biomangfold og eutrofiering - ferskvann

Hobæk, A. 2004

Vurdering av Rutletjødno som resipient for avløp.
 NIVA-rapport OR-4884. 21 sider.
 Oppdragsgiver: Leif Myhre AS

Hobæk, A.; Bjørklund, A.E. (Rådgivende Biologer AS). 2004

Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune.
 Sammendragsrapport 1992-2000.
 NIVA-rapport OR-4773. 67 sider.
 Oppdragsgiver: Bergen kommune

Hobæk, A.; Johnsen, G. H. (Rådgivende Biologer AS); Raddum, G. G. (UiBergen); Kållås, S. (Rådgivende Biologer AS). 2004

Elvemusling i Haukåselva. Bestandsstatus, reproduksjon og vannmiljø.
 NIVA-rapport OR-4805. 53 sider.
 Oppdragsgiver: Bergen kommune

Hobæk, A. 2004

Tilstandsvurdering av Storavatn, Stord.
 NIVA-rapport OR-4920. 41 sider.
 Oppdragsgiver: Stord kommune

Kjellberg, G. 2004

Overvåking av Tufsinga, Sømåa, Sølva og Grøna i Femund-/Trysilvassdraget samt Grøna i Renavassdraget i 2002.
 NIVA-rapport OR-4897. 59 sider.
 Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen

Kjellberg, G. 2004

Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Gjøvik kommune. Årsrapport for 2002.
 NIVA-rapport OR-4711. 60 sider.
 Oppdragsgiver: Gjøvik kommune

Kjellberg, G. 2004

Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Stange kommune 2003.

NIVA-rapport OR-4903. 27 sider.

Oppdragsgiver: Stange kommune

Kjellberg, G. 2004

Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Nord-Odal kommune. Årsrapport for 2003.
 NIVA-rapport OR-4932. 38 sider.
 Oppdragsgiver: Nord-Odal kommune

Kjellberg, G. 2004

Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Samlerapport for 2001 og 2002.
 NIVA-rapport OR-4816. 165 sider.
 Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen;
 Styringsgruppa for interkommunal overvåking av Mjøsa med; tilløpselver)

Kjellberg, G. 2004

Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2003.
 NIVA-rapport OR-4913. 91 sider.
 Oppdragsgiver: Vassdragsforbund for Mjøsa med tilløpselver

Kjellberg, G.; Bækken, T.; Lindstrøm, E.-A. 2004

Undersøkelse av begroingsorganismer og makrobunndyr i Hunnselva ved to lokaliteter nedstrøms utslippet av prosessvann fra Skjellbreia Vannverk
 Årsrapport for 2003.
 NIVA-rapport OR-4931. 38 sider.
 Oppdragsgiver: Vestre Toten kommune

Kjellberg, G.; Solheim, R; Wold, O; Løvik, J.E. 2004

Åkersvika naturreservat - vurdering av konsekvenser ved etablering av minimumsvannstand.
 NIVA-rapport OR-4834. 21 sider.
 Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen

Lindstrøm, E.-A.; Brettum, P.; Johansen, S.W.;

Mjelde, M. 2004

Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsuring. Effekter av kalking
 NIVA-rapport OR-4821. 133 sider.

- Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN)
- Lydersen, E.; Aanes, K.J.; Andersen, S; Andersen, T.; Brettum, P.; Bækken, T.; Lien, L.; Lindstrøm, E.-A.; Løvik, J.E.; Mjelde, M.; Oredalen, T.J.; Solheim, A.L.; Romstad, R.; Rørslett, B; Saloranta, T. 2003
Thermos-prosjektet - Fagrapport 1998-2002.
NIVA-rapport OR-4720. 119 sider.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
- Løvik, J.E. 2004
Effekter av endret utslipp fra Brandbu renseanlegg på forurensningssituasjonen i Vigga og Røykenvika i Randsfjorden.
NIVA-rapport OR-4837. 13 sider.
Oppdragsgiver: Gran kommune
- Løvik, J.E.; Kjellberg, G. 2004
Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Datarapport for 2003.
NIVA-rapport OR-4817. 41 sider.
Oppdragsgiver: Oppland Energi; Randsfjordforbundet; Foreningen til Randsfjordens Regulering; Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen; Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Løvik, J.E.; Kjellberg, G. 2004
Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Begna-/Øystre Slidrevassdraget i 2003.
NIVA-rapport OR-4800. 40 sider.
Oppdragsgiver: Foreningen til Bægnavassdragets Regulering; Nord-Aurdal kommune; Sør-Aurdal kommune; Øystre Slidre kommune; Vestre Slidre kommune; Vang kommune
- Mjelde, M. 2004
Kartlegging av biologisk mangfold i kommunene: Ferskvannsvegetasjon i Nordland 1/2004.
NIVA-rapport SR-04/004. 113 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Nordland, Miljøvernavdelingen; Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
- Mjelde, M. 2004
Utvikling av krypsiv - *Juncus bulbosus* – i Øvre og Nedre Lundetjenn.
NIVA-rapport OR-4881. 17 sider.
Oppdragsgiver: Norges forskningsråd (NFR)
- Mjelde, M. 2004
Drammenselva, Drammen kommune.
Makrovegetasjonen 2003.
NIVA-rapport OR-4814. 14 sider.
Oppdragsgiver: Drammen kommune
- Oredalen, T.J. 2003
Akersvatnet. Overvåking av vannkvalitet og toksinproduserende cyanobakterier i 2003.
NIVA-rapport OR-4759. 45 sider.
Oppdragsgiver: Vestfold interkommunale vannverk (VIV)
- Oredalen, T.J.; Brettum, P.; Løvik, J.E.; Mortensen, T. 2004
Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet m/tilløpsbekker 1972-2003 med hovedvekt på resultater fra sesongen 2003.
NIVA-rapport OR-4855. 112 sider.
Oppdragsgiver: Oppegård kommune
- Skulberg, O.M. 2004
Aurevatnsystemet: Sensorisk vannkvalitet og blågrønnalger. Hydrobiologiske undersøkelser.
NIVA-rapport OR-4774. 24 sider.
Oppdragsgiver: Bærum kommune
- Tjomsland, T.; Berge, D. 2004
Vannutskifting, fosfor og algevekst i Steinsfjorden ved fjerning av veifyllinger i Kroksund.
Oppdaterte beregninger basert på nye mudringsprofiler og vannkvalitetsdata.
NIVA-rapport OR-4823. 13 sider.
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen
- Aanes, K.J. 2004
Fifth Nordic Benthological Meeting, May 9-12. 2004, Lærdal, Norway. Programme and Abstracts.
NIVA-rapport OR-4827. 51 sider.
Oppdragsgiver: Lærdal kommune; Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA); Østfold Energi
- Biomangfold og eutrofiering - marint**
- Johnsen, T.M.; Golmen, L.G.; Helland, A.; Rygg, B.; Sørensen, K. 2004.
Miljøundersøkelser i Ranfjorden 1994-96.
NIVA-rapport OR-4366. 94 sider.
Oppdragsgiver: Rana Gruber A/S
- Kroglund T.; Moy, F.; Oug, E.; Magnusson, J.; Lie, M.C. 2004
Marine undersøkelser i Arendal kommune.
Galtesund, Tromøysund, Kilsund og Narestø 2001-2004.
NIVA-rapport OR-4924. 47 sider.
Oppdragsgiver: Arendal kommune
- Magnusson, J. 2004
Forundersøkelse til overvåking av mudringsarbeider i forbindelse med bygging av senketunnel i Bjørvika/Bispevika: Vannkvalitet.
NIVA-rapport OR-4929. 26 sider.
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen
- Magnusson, J.; Dahl, E. (HFF); Jåvold, T. (HFF); Omlie, L. (HFF); Reissvåg, A. (HFF). 2004
Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet.
Hydrografi/hydrokjemi/plankton. Datarapport 2003
Overvåkingsrapport 902/04. TA-2026/2004
NIVA-rapport OR-4842. 49 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Molvær, J.; Rygg, B.; Walday, M. 2004
Fjordområdene rundt Ålesund og Sula kommuner. Vurdering av tilstand og av utslipp av kommunalt avløpsvann sett i forhold til EUs Avløpsdirektiv sitt krav om sekundærrensing.
NIVA-rapport OR-4928. 59 sider.
Oppdragsgiver: Ålesund og Sula kommuner, Møre og Romsdal
- Molvær, J.; Rygg, B.; Walday, M.; Moy, F.; Hestdal, M. (Mattilsynet). 2004
Molde- og Fannefjorden, Møre og Romsdal.
Vurdering av utslipp av kommunalt avløpsvann

sett i forhold til EUs Avløpsdirektiv sitt krav om sekundærrensing.
NIVA-rapport OR-4909. 60 sider.
Oppdragsgiver: Molde kommune

Moy, F. 2004
Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport for 2003
Overvåkingsrapport 901/04. TA-2025/2004
NIVA-rapport OR-4841. 79 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Moy, F. 2004
Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Hardbunnssamfunn. Datarapport
Overvåkingsrapport 897/04. TA-2010/2004
NIVA-rapport OR-4820. 39 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Waldy, M.; Olsgard, F. 2004
Ny senketunnel i Bjørvika: Biologiske førundersøkelser i november 2003. Bunnforhold kartlagt med ROV og bunnfauna med grabb.
NIVA-rapport OR-4832. 30 sider.
Oppdragsgiver: Dr. ing Aas-Jakobsen AS

Moy, F.; Oug, E. 2004
Vannkvalitet i fjordene ved Flekkefjord 2003.
Næringsalter og oksygen.
NIVA-rapport OR-4916. 34 sider.
Oppdragsgiver: Flekkefjord kommune

Rygg, B. 2004
Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet.
Bløtbunn. Datarapport 2003. Overvåkingsrapport 898/04. TA-2011/2004.
NIVA-rapport OR-4819. 18 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Waldy, M.; Helland, A.; Magnusson, J.; Moy, F.; Rygg, B. 2004
Resipientundersøkelse i Ranfjorden 2003.
NIVA-rapport OR-4839. 133 sider.
Oppdragsgiver: Rana kommune v/E.Skei

Waldy, M.; Moy, F.; Tveiten, L. 2004
Undersøkelser av marine hardbunnsorganismer i området utenfor Kårstø gassprosesseringsanlegg 2002 og 2003.
NIVA-rapport OR-4807. 42 sider.
Oppdragsgiver: Statoil ASA

Fiskeøkologi og akvakultur

Bogen, J.; Bremnes, T.; Bønsnes, T.; Heggenes, J.; Johansen, S.W.; Saltveit, S.J. 2004
Fiskehabitat i Suldalslågen: Et studium av sedimentasjonsdynamikk, begroing, habitattilbud og habitatbruk hos fisk. Sluttrapport.
Miljørapport – Suldalslågen.
NIVA-rapport SR-04/003. 123 sider.
Oppdragsgiver: Statkraft SF

Drengstig, A. (HOBAS Water Engineering); Braaten, B.; Bergheim, A. (RF). 2004
Training programme. A skill enhancement project for shrimp farmers in Sri Lanka.
NIVA-rapport OR-4806*. 26 sider.
Oppdragsgiver: HOBAS Water Engineering AS

Hesthagen, T.; Kristensen, T.; Rosseland, B.O.; Saksgård, R. 2003
Relativ tetthet og rekruttering hos aure i innsjøer med forskjellig vannkvalitet. En analyse basert på prøvefiske med garn og vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) (NIN)
NIVA-rapport SR-04/006. 14 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Kroglund, F.; Rosseland, B.O. 2004
Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks.
NIVA-rapport OR-4797. 45 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Lydersen, E.; Bakke, T.A. (UiO); Høgberget, R.; Håvardstun, J.; Hytterød, S. (Veterinærinstituttet); Kristensen, T.; Mo, T.A. (Veterinærinstituttet); Pettersen, R. A. (Veterinærinstituttet); Polø, B.S. (UiO); Rosseland, B.O.; Øxnevad, S. 2004
AI-behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Batnfjordelva.
NIVA-rapport OR-4783. 15 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Rosseland, B.O.; Kristensen, T.; Skrede, Aase M. 2004
Årsovervåking av vannkvalitet ved SalMar settefisk AS:
Oktober 2002 - oktober 2003.
NIVA-rapport OR-4801*. 16 sider.
Oppdragsgiver: SalMar settefisk AS

Åtland, Å. 2004
Årsovervåking av vannkvalitet ved Nutreco Aquaculture Research Centre AS: november 2003 - desember 2004.
NIVA-rapport OR-4925*. 15 sider.
Oppdragsgiver: Nutreco ARC

Åtland, Å.; Kristensen, T.; Rosseland, B.O. 2004
Årsovervåking av vannkvalitet ved Follasmolt avd. Sætran.
29. oktober til 5. mai 2004.
NIVA-rapport OR-4868*. 15 sider.
Oppdragsgiver: Follasmolt avd. Sætran

Åtland, Å.; Kristensen, T.; Rosseland, B.O. 2004
Årsovervåking av vannkvalitet ved Barlinbotn settefisk AS.
NIVA-rapport OR-4803*. 13 sider.
Oppdragsgiver: Barlinbotn Settefisk AS

Åtland, Å.; Kroglund, F.; Kristensen, T.; Teien, H.K. (NLH) 2004.
Smoltproduksjon i surt, aluminiumsrikt råvann: vannbehandling med silikat og sjøvann.
NIVA-rapport OR-4869. 24 sider.
Oppdragsgiver: Norges forskningsråd (NFR)

Åtland, Å.; Rosseland, B.O.; Kristensen, T. 2004
Årsovervåking av vannkvalitet ved Havbruksstasjonen i Tromsø; oktober 2002 - oktober 2003.
NIVA-rapport OR-4847*. 17 sider.
Oppdragsgiver: Havbruksstasjonen i Tromsø

Åtland, Å.; Rosseland, B.O.; Kristensen, T.; Skrede, Aase M. 2004
Årsovervåking av vannkvalitet ved Follasmolt avd. Follafoss: Oktober 2002 - oktober 2003.
NIVA-rapport OR-4802*. 18 sider.
Oppdragsgiver: Follasmolt avd. Follafoss

Forsuring og kalking

Barlaup, B. T. (LFI); Brettum, P.; Halvorsen, G. (NINA); Kaste, Ø.; Kleiven, E.; Skancke, L.B. 2004
Vannkjemisk og biologisk utvikling i innsjøen Vegår i Aust-Agder etter 17 år med kalking (DN-utredning 2004-4).
NIVA-rapport SR-04/001. 73 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Bjerknes, V.; Hobæk, A.; Hylland, S. (LBI, UiB); Håvardstun, J.; Kleiven, E.; Raddum, G. G. (LFI, UiB). 2004
Innsjøundersøkelse i Sogn og Fjordane 2003
Vannkvalitet, kalkingeffekter, fisk, bunndyr og dyreplankton. NIVA-rapport OR-4848. 107 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernnavdelingen

Bjerknes, V.; Wright, R.; Larssen, T.; Håvardstun, J. 2004
Kalkingsplan for Yndesdal-Frøysetvassdraget basert på tålegrenseberegninger og prognoser for reduksjoner av surt nedfall.
NIVA-rapport OR-4882. 52 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernnavdelingen

Hindar, A.; Skancke, L.B.; Wright, R.; Høgberget, R.; Brettum, P.; Saloranta, T.; Kleiven, E.; Barlaup, B.T. (LFI, UiB). 2004
Store og Lille Hovvatn i Aust-Agder - en samle-rapport etter 25 år med forsøringsundersøkelser og kalking. DN-utredning.
NIVA-rapport SR-04/005. 119 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Høgberget, R. 2004
Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport 2003.
NIVA-rapport OR-4904. 27 sider.
Oppdragsgiver: MANKALK

Johansen, S.W. 2004
Effekter av kalking på vannvegetasjon/krypsiv-tilgroing. Reundersøkelse kalkede og ikke kalkede innsjøer i 2003.
NIVA-rapport OR-4938. 36 sider.
Oppdragsgiver: Krypsivprosjektet på Sørlandet v/Edgar Vegge

Johansen, S.W.; Lindstrøm, E.-A. 2004
Begroingsundersøkelser i forbindelse med prøve-reglement og kalkingsovervåking i perioden 1998-2003. Sluttrapport. Miljørapport – Suldalslågen.
NIVA-rapport SR-04/002. 55 sider.
Oppdragsgiver: Statkraft SF

Kleiven, E.; Barlaup, B.T. (LFI, UiB). 2004
Fiskebestandene i Syndle og Vigelandsvatn, Aust-Agder - frå sterkt forsøringskadde til tette

bestander etter kalking.
NIVA-rapport OR-4930. 38 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning (DN); Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernnavdelingen

Larssen, T.; Dagang, T. (CRAES); He, Y. (CRAES). 2004
Integrated Monitoring Program on Acidification of Chinese Terrestrial Systems - IMPACTS. Annual Report - Results 2003. Annual Report 11/2004.
NIVA-rapport OR-4905. 94 sider.
Oppdragsgiver: State Environmental Protection Administration (SEPA), Beijing; Direktoratet for Utviklingshjelp (NORAD)

Larssen, T.; Skjelkvåle, B.L.; Høgåsen, T. 2004
Critical loads for lead (Pb) and cadmium (Cd) in surface waters in Norway - evaluation of methodology and preliminary maps.
NIVA-rapport OR-4808. 18 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Raddum, G.G. (UiBergen); Erikson, L. (Swedish Univ. of Agricultural Sciences); Fott, J. (Charles Univ. Czech Republic); Halvorsen, G.A. (UiBergen); Heegaard, E. (UiBergen); Kohout, L. (Charles Univ. Czech Republic); Kifinger, B. (Geo-Oekologie Consulting); Schaumberg, J. (Bayerische LW); Maetze, A. (Bayerische LW); Zahn, H. (Bayerische LW). 2004
Recovery from acidification of invertebrate fauna at ICP Water sites in Europe and North America. ICP Waters Report 75/2004.
NIVA-rapport OR-4864. 59 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)

Raddum, G.G. 2004
Intercalibration: Invertebrate fauna 09/04. ICP Waters Report 77/2004.
NIVA-rapport OR-4863. 24 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)

Skjelkvåle, B.L.; De Wit, H.; Skancke, L.B. 2004
Overvåking av vannkvalitet i ferskvann ved Tjeldbergodden 2004.
NIVA-rapport OR-4899. 28 sider.
Oppdragsgiver: Statoil Tjeldbergodden

Schartau, A.K. (NINA); Fjellheim, A. (LFI, UiB); Walseng, B. (NINA); Skjelkvåle, B.L.; Aamlid, D. (Skogforsk); Framstad, E. (NINA); Hylen, G. (NIJOS); Halvorsen, G. (NINA); Raddum, G.R. (LFI, UiB); Bruteig, I. E. (NINA); Kålås, J. A. (NINA); Larsson, J.Y. (NIJOS); Andreassen, K. (Skogforsk); Skancke, L.B.; Clarke, N. (Skogforsk); Saksgård, R. (NINA); Økland, Halvorsen, R. (UiO/NIJOS); Manø, S. (NILU); Solberg, S. (NILU); Høgåsen, T.; Berg, T. (NILU); Hesthagen, T. (NINA); Bakkestuen, V. (NINA); Aas, W. (NILU); Kaste, Ø. 2004
Overvåking av langtransporterte forurensninger 2003 - Sammendragsrapport. Overvåkingsrapport 904/04. TA-2034/2004
NIVA-rapport OR-4851. 81 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); Direktoratet for naturforvaltning (DN);

Landbruksdepartementet (LD)
Schartau, A.K. (NINA); Fjellheim, A. (LFI, UiB);
Walseng, B. (NINA); Skjelkvåle, B.L.; Halvorsen,
G. (NINA); Raddum, G.R. (LFI, UiB); Skancke, L.B.;
Saksgård, R. (NINA); Manø, S. (NILU); Solberg, S.
(NILU); Høgåsen, T.; Berg, T. (NILU); Hesthagen,
T. (NINA); Aas, W. (NILU); Kaste, Ø. 2004
Overvåking av langtransporterte forurenset luft
og nedbør.
Årsrapport - Effekter 2003.
Overvåkingsrapport 913/2004. TA-2056/2004
NIVA-rapport OR-4891. 166 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT);
Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Skjelkvåle, B.L.; Skarbøvik, E.; Moy, F. 2004
Foreløpig karakterisering av vannforekomster på
Østlandet. Sluttrapport for karakteriserings-
arbeidet våren 2004.
NIVA-rapport OR-4883. 13 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Skjelkvåle, B.L.. 2004
Proceedings of the 19th meeting of the ICP Waters
Programme Task Force in Lugano, Switzerland,
October 18-20,2003. ICP Waters report 76/2004.
NIVA-rapport OR-4858. 66 sider.
Prosjektleder: Skjelkvåle, B.L.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT);
United Nations Economic Commission for
Europe (UNECE)

Kjemisk analyse

Hovind, H. 2004
Sammenlignende laboratorieprøvnings (SLP)
- Bestemmelse av PAH og PCB i vann. PAHPCB 01.
NIVA-rapport OR-4867. 70 sider.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning
(NIVA)

Hovind, H. 2004
Sammenlignende laboratorieprøvnings (SLP)
- Analyse av ferskvann. SLP 04-13.
NIVA-rapport OR-4830. 172 sider.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning
(NIVA)

Røyset, O.; Eich-Greatorex, S; Sogn, T.A; Almås,
Å.R; Bjerke, E. 2004
Simultaneous sampling of phosphate, arsenate,
and selenate in water by Diffusive Gradients in
Thin Films (DGT).
NIVA-rapport OR-4918. 17 sider.
Oppdragsgiver: Agricultural University of
Norway, Ås

Sætre, T. 2004
Sammenlignende laboratorieprøving -
Industriavløpsvann.
NIVA-rapport OR-4885. 121 sider.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning
(NIVA)

Sætre, T. 2004
Sammenlignende laboratorieprøving -
Industriavløpsvann.
NIVA-rapport OR-4828. 104 sider.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning
(NIVA)

Miljøgifter ferskvann

Bjerknes, V.; Rygg, B.; Lømsland, E.R.; Golmen,
L.G. 2004
Avrenning av avisningsmidler og resipientforhold
ved Trondheim lufthavn Værnes.
NIVA-rapport OR-4866. 29 sider.
Oppdragsgiver: Avinor

Bækken, T.; Færøvig, P.J. 2004
Effekter av vegforurensninger på vannkvalitet og
biologi i Padderudvann. Publikasjon 106.
NIVA-rapport SR-04/007. 89 sider.
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen

Bækken, T.; Lindstrøm, E.-A.; Källqvist, T.;
Romstad, R.; Tobiesen, A. 2004
Resipientundersøkelse av Begna, Storelva og
Tyrifjorden samt BAT-karakterisering av utslipp
ved Norske Skog Industrier - ASA, Follum.
NIVA-rapport OR-4824. 89 sider.
Oppdragsgiver: Norske Skog Industrier, ASA,
Follum

Fjeld, E.; Løvik, J.E. 2004
Miljøundersøkelse av Hunnselva ved Raufoss
industripark, 2004. Tungmetaller og organiske
mikroforurensninger.
NIVA-rapport OR-4917. 20 sider.
Oppdragsgiver: Raufoss Næringspark ANS

Fjeld, E.; Rognerud, S. 2004
Kvikksølv i ferskvannsfisk fra Sør-Norge i 1998-
2002, nivåer og tidsmessig utvikling.
NIVA-rapport OR-4813. 57 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT);
Mattilsynet

Fjeld, E.; Schlabach, M. (NILU); Berge, J.A.; Eggen,
T. (Jordforsk); Snilsberg, P. (Jordforsk); Kjellberg,
G.; Rognerud, S.; Enge, E.K.(NILU); Borgen, A.
(NILU); Gundersen, H. (NILU). 2004
Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter
- bromerte flammehemmere, klorerte parafiner,
bisfenol A og triclosan. Overvåkingsrapport
895/04. TA-2006/2004.
NIVA-rapport OR-4809. 117 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT);
Mattilsynet

Fjeld, E.; Schlabach, M. (NILU); Rognerud, S.;
Kjellberg, G. 2004
Miljøgifter i sedimenter og fisk i Mjøsa,
Drammensvassdraget og Drammensfjorden,
oppfølgende undersøkelser i 2004.
Overvåkingsrapport 910/04. TA-2051/2004
NIVA-rapport OR-4896. 27 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Fjeld, E.; Tellefsen, T. 2004
Innledende undersøkelse av forurensning fra
deponiet til Setesdalen renovasjon, Syrtveit.
NIVA-rapport OR-4776. 21 sider.
Oppdragsgiver: Setesdal renovasjon

Hobæk, A. 2004
Metaller og PAH i fisk og innsjøsedimenter
nedstrøms Hardeland kraftverk i Etnevassdraget.
Resultater fra høsten 2002.
NIVA-rapport OR-4936. 17 sider.
Oppdragsgiver: Haugaland kraft AS

- Hobæk, A. 2003
Metaller og PAH i fisk og innsjøsedimenter nedstøms Hardeland kraftverk i Etnevassdraget. Resultater fra høsten 2001. NIVA-rapport OR-4732. 19 sider.
Oppdragsgiver: Haugaland kraft AS
- Iversen, E.R. 2004
Killingdal gruve, Holtålen kommune
Avrenning fra Bjørgåsen i 1999-2000 og i 2002-2003. NIVA-rapport OR-4810. 30 sider.
Oppdragsgiver: Bergvesenet
- Iversen, E.R. 2004
Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum. Undersøkelser i 2003-2004. NIVA-rapport OR-4934. 29 sider.
Oppdragsgiver: Bergvesenet
- Iversen, E.R. 2005
Killingdal gruve, Holtålen kommune. Avrenning fra velte i perioden 2000-2004. NIVA-rapport OR-4943. 25 sider.
Oppdragsgiver: Bergvesenet
- Iversen, E.R. 2004
Skorovas gruve, Namsskogan kommune. Kartlegging av avrenning fra gruveområdet. NIVA-rapport OR-4799. 38 sider.
Oppdragsgiver: Bergvesenet
- Iversen, E.R. 2004
Hesnes og Morholt fyllplasser, Grimstad kommune. Oppfølgende undersøkelser i 2004. NIVA-rapport OR-4911. 24 sider.
Oppdragsgiver: Grimstad kommune
- Iversen, E.R. 2004
Forurensningstransport i Stortvartfeltet, Røros kommune. Undersøkelser i 2002/2003. NIVA-rapport OR-4792. 28 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Iversen, E.R.; Grande, M.; Brettum, P.; Løvik, J.E.; Bækken, T. 2004
Kontrollundersøkelser i vassdrag 1970-2003. Norsulfid AS avd. Grong Gruber. NIVA-rapport OR-4871. 97 sider.
Oppdragsgiver: Norsulfid AS
- Liltved, H.; Moseid, T. (Høyskolen I Agder); Kaste, Ø. 2004
Vurdering av forurensningsfare i forbindelse med masseuttak ved Møretømoe, Aust-Agder. NIVA-rapport OR-4826. 18 + vedlegg sider.
Oppdragsgiver: Reddal Sand AS; Grimstad kommune
- Rognerud, S.; Løvik, J.E.; 2004
Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet. Datarapport for 2003-2004. NIVA-rapport OR-4921. 33 sider.
Oppdragsgiver: Forsvarsbygg, Utbyggingsprosjekt Østerdalen
- Rognerud, S. 2004
Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 13 års overvåking. NIVA-rapport OR-4791. 53 sider.
- Oppdragsgiver: Forsvarsbygg og Nammo Raufoss AS
- Rognerud, S. 2004
Bradalsmyra testsenter. Vannkvalitet i grunnvann i tilknytning til et deponi og i Veltmannåa som avvanner størstedelen av testsenteret. NIVA-rapport OR-4919. 15 sider.
Oppdragsgiver: Nammo Raufoss AS
- Rognerud, S.; Lindstrøm, E.-A.; Ståvi, J.M. (Asplan-Viak). 2004
Hjerkinnskytefelt 2003. Vannkvalitet, forurensningsgrad av metaller og tiltaksplan mot forurensninger. NIVA-rapport OR-4781. 29 sider.
Oppdragsgiver: Forsvarsbygg, Region Østlandet

Miljøgifter - marint

Bakke, T.; Golmen, L.G.; Helland, A. 2004
Environmental Impact Assessment for a proposed FGD unit at the Refineria ISLA in Curaçao. NIVA-rapport OR-4900. 67 sider.
Oppdragsgiver: ALSTOM Norway AS

Bakke, T.; Pettersen, A. (Unilab Analyse); Trannum, H. (Akvaplan-niva); Bottolfsen, Ilka (GeoGruppen). 2004
Baseline surveys of Plataforma Deltana, Venezuela Analysis of sediments from Block 4 2003. NIVA-rapport OR-4767*. 35 sider.
Oppdragsgiver: Statoil ASA

Bakke, T.; Ruus, A.; Bjerkeng, B.; Knutsen, J.A. (HI); Schlabach, M. (NILU). 2004
Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2003. Overvåkingsrapport 911/2004. TA-2052/2004. NIVA-rapport OR-4892. 42 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); Norsk Hydro Produksjon a.s

Bakke, T.; Uriansrud, F. 2004
PAH i passiv prøvetakere i sjøområdene utenfor Hydro Aluminium Sunndal AS. NIVA-rapport OR-4780. 36 sider.
Oppdragsgiver: Hydro Aluminium Sunndal AS

Berge, J.A.; Aspholm, O; Bergstad, A. (HI); Hylland, K.; Knutsen, J.A. (HI); Ruus, A.; Schlabach, M. (NILU). 2004
Fisk og byttedyr fra Grenlandsfjordene - Datarapport for analyser av fett, PCDF/D, n.o. PCB, PCN og stabile isotoper av nitrogen og karbon (&13C, &15N). NIVA-rapport OR-4795. 253 sider.
Oppdragsgiver: Norges forskningsråd (NFR); Norsk hydrologiråd

Berge, J.A.; Hylland, K.; Ruus, A.; Schlabach, M. (NILU). 2004
Burforsøk med torsk i Frierfjorden og Breviksfjorden - akkumulering av PCDF/D i fisk og SPMD, biologiske effekter samt betydning av akkumulering fra vann i forhold til via føde. NIVA-rapport OR-4794. 155 sider.
Oppdragsgiver: Norges forskningsråd (NFR); Norsk Hydro

- Bjerknes, V.; Røyset, Oddvar. 2004
Måling av metaller i overflatevann i fjordene rundt Osterøy våren 2004.
NIVA-rapport OR-4914. 24 sider.
Oppdragsgiver: Vestnorsk Havbrukslag;
Direktoratet for naturforvaltning (DN);
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
- Green, N.; Hylland, K.; Ruus, A.; Walday, M. 2004
Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 2002
Overvåkingsrapport 894/03. TA-2003/2003
NIVA-rapport OR-4778. 223 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Green, N.; Ruus, A.; Walday, M. 2004
Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 2003
Overvåkingsrapport 921/04. TA-2072/2004
NIVA-rapport OR-4927. 219 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Green, N.; Walday, M. 2004
Undersøkelse av miljøgifter i blåskjell fra indre Ranfjord 2003.
NIVA-rapport OR-4833. 17 sider.
Oppdragsgiver: Rana kommune v. E.Skei
- Helland, A.; Olsen, M. (MARE); Lindholm, O.; Uriansrud, F.; Traaen, T.S.; Rygg, B. 2004
Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Telemark. Fase 1 - Miljøtilstand, kilder og prioriteringer.
NIVA-rapport OR-4743. 56 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Telemark, Miljøvernnavdelingen
- Kroglund T. 2004
Overvåking av sjøområdet utenfor Elkem Aluminium, Lista. PAH i strandsnegl og strandsonundersøkelser 2002-2003.
NIVA-rapport OR-4835. 37 sider.
Oppdragsgiver: Elkem Aluminium ANS Lista
- Molvær, J. 2004
Teknisk og miljømessig vurdering av utslipp til Frierfjorden fra ScanWafer ASA, Porsgrunn.
NIVA-rapport OR-4793. 22 sider.
Oppdragsgiver: ScanWafer ASA, Porsgrunn
- Næs, K. 2004
Kartlegging av miljøgifter i mudringsmasser fra utløpet av Vefsna, Mosjøen.
NIVA-rapport OR-4850. 17 sider.
Oppdragsgiver: Elkem Aluminium ANS
- Næs, K. 2004
Overvåking av PAH i sjøområdet utenfor Elkem Aluminium Mosjøen ANS i forbindelse med utvidelse og omlegging til Prebake-teknologi.
NIVA-rapport OR-4906. 20 sider.
Oppdragsgiver: Elkem Aluminium Mosjøen ANS
- Næs, K.; Rygg, B. 2004
Supplerende sedimentundersøkelser i Kongsgårdbukta, Bredalsholmen og Hannevika i 2004.
NIVA-rapport OR-4854. 50 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernnavdelingen
- Oug, E. 2004
Bruk av marin sand ved tildekking av forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden. En vurdering av risiko for introduksjoner av fremmede arter.
NIVA-rapport OR-4815. 38 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernnavdelingen
- Oug, E.; Ruus, A.; Håvardstun, J. 2004
Miljøtilstanden i Hanneviksbukta og Vesterhavn, Kristiansandsfjorden, før tildekking av forurensete bunnsedimenter. Bunnfauna og miljøgifter i organismer.
NIVA-rapport OR-4915. 31 sider.
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernnavdelingen; Kristiansand kommune; Norges forskningsråd (NFR)
- Ruus, A.; Green, N. 2004
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Miljøgifter i organismer i 2003: Delrapport 3. Overvåkingsrapport 908/04. TA-2045/2004
NIVA-rapport OR-4880. 54 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Skei, J.; Molvær, J. 2004
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2003. Delrapport 1. Oksygen og nitrogen i vannmassene. Overvåkingsrapport 896/2004. TA-2009/2004
NIVA-rapport OR-4796. 24 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); Odda kommune
- Skei, J.; Schøyen, M. 2004
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden Metaller i vannmassene i 2003. Overvåkingsrapport 900/04. TA-2015/2004
NIVA-rapport OR-4825. 21 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); Outokumpu Norzink A/S; Tinfos Titan & Iron K/S; A/S Tyssefaldene; Odda kommune; Ullensvang Herad
- Tobiesen, A.; Olsen, M. (Norsk Hydro); Aspholm, O.Ø. (NIVA/DNV); Saloranta, T.; Källqvist, T. 2004
Rapportering av arbeid med rammeverk for miljørisikovurdering av persistente organiske miljøgifter i norske fjorder med bruk av dioksin i Grenland som eksempel.
NIVA-rapport OR-4870. 62 sider.
Oppdragsgiver: Norges forskningsråd (NFR); Norsk Hydro
- Walday, M.; Green, N.; Norderhaug, K.M. 2004
Overvåking NOAH Langøya 2003. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter.
NIVA-rapport OR-4846. 38 sider.
Oppdragsgiver: NOAH Langøya AS

Miljøinformatikk

Tjomsland, T. 2004
Utbygging av Koigen friområde.
Strømningsforhold, vannutskiftning og sandflukt i
planlagt badeområde.
NIVA-rapport OR-4811. 26 sider.
Oppdragsgiver: Hamar kommune

Saloranta, T.; Andersen, Tom. 2004
MyLake (v.1.1): Technical model documentation
and user's guide for version 1.1.
NIVA-rapport OR-4838. 44 sider.
Oppdragsgiver: Commission of European
Communities; Research Council of Norway; NIVA

Oseanografi

Golmen, L.G. 2004
Utslepp frå Holen og Ytre Sandviken Renseanlegg
i Bergen
Kartlegging av spreiding av avlaupsvatnet.
NIVA-rapport OR-4760. 61 sider.
Oppdragsgiver: Bergen kommune

Golmen, L.G.; Nygaard E. (Statoil) 2004
Statoil Mongstad Refinery. Measurements of
currents at the process water discharge November
2003. Data report.
NIVA-rapport OR-4798. 37 sider.
Oppdragsgiver: Statoil ASA

Høkedal, J.; Molvær, J. 2004
Molo ved Noroltomta i Drøbak. Vurdering av
konsekvenser ved bygging av småbåthavn i
Drøbak.
NIVA-rapport OR-4852. 23 sider.
Oppdragsgiver: Follo Prosjekt A.s

Magnusson, J.; Berge, J.A.; Andersen; T. (UiO);
Amundsen, R. (UiO); Berge, J.A.; Bjerkeng, B.;
Gjøsæter, J. (HFF); Holt, T.F. (UiO); Hylland, K.;
Johnsen, T.M.; Lømsland, E.R.; Paulsen, Ø. (HFF).
2004
Overvåking av forurensningssituasjonen i indre
Oslofjord 2003 (Fagrådsrapport 95).
NIVA-rapport OR-4845. 78 sider.
Oppdragsgiver: Fagrådet for vann- og avløpstek-
nisk samarbeid i; indre Oslofjord

Magnusson, J.; Molvær, J. 2004
Vurdering av effekter fra nødoverløp i Holtekilen.
NIVA-rapport OR-4912. 25 sider.
Oppdragsgiver: Bærum kommune

Molvær, J. 2004
Vurdering av rensing eller flytting av kommunalt
utslipp til indre del av Førdefjorden.
NIVA-rapport OR-4844. 30 sider.
Oppdragsgiver: Førde kommune

Molvær, J. 2004
Miljømessig vurdering av framtidige utslipp til
Frierfjorden fra ScanWafer ASA, Porsgrunn.
NIVA-rapport OR-4908. 20 sider.
Oppdragsgiver: ScanWafer ASA, Porsgrunn

Molvær, J. 2004
Vurdering av spredning av kolibakterier fra utslip-
per fra Amersham Health til Ramlandsvågen.

NIVA-rapport OR-4887. 16 sider.
Oppdragsgiver: Amersham Health AS

Molvær, J.; Källqvist, T. 2004
Skienselva. Vurdering av vannkvalitet sett i
forhold til utslipp fra Norske Skog Union.
NIVA-rapport OR-4862. 32 sider.
Oppdragsgiver: Norske Skog Union, Skien

Sørensen, K. 2004
Overvåking av kaiutbygging og tunnelarbeider
ved Norzink, Odda.
NIVA-rapport OR-4889. 30 sider.
Oppdragsgiver: Outokumpu Norzink AS

VA- og miljøteknikk

Jantsch, T.G.; Grutle, S; Liltved, H. 2004
Alternative behandlingsmetoder for råvann ved
Norske Skog Follum.
NIVA-rapport OR-4829*. 22 sider.
Oppdragsgiver: Norske Skog Follum

Lindholm, O. 2004
Miljøgifter i overvann fra tette flater.
NIVA-rapport OR-4775. 42 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Liltved, H. 2004
Undersøkelse av mulig forurensning fra fylling
ved tidligere Arendal Lettmetallindustri A/S.
NIVA-rapport OR-4843. 12 sider.
Oppdragsgiver: Kai Selmer Simonsen

Vogelsang, C.; Tobiesen, A.; Jantsch, T.G. 2004
Studie av prosesskjemikaliene på Mongstad.
NIVA-rapport OR-4786*. 54 sider.
Oppdragsgiver: Statoil, Mongstad

Vogelsang, C. 2004
Uttesting av kitosan og kitosan/JKL på et pilot-
skala Dynasandfilter ved Årnes vannverk.
NIVA-rapport OR-4893. 23 sider.
Oppdragsgiver: Årnes vannverk

Vogelsang, C.; Iversen, E.R.; Aanes, K.J. 2004
Utredning av miljøpåvirkningene fra produk-
sjonen ved Håg asa på Røros.
NIVA-rapport OR-4879. 152 sider.
Oppdragsgiver: Håg asa

Vannressursforvaltning og vanndirektivet

Barton, D.; Bakken, T.H.; Bjørkenes, A. 2004
Miljødatabaser og IT-applikasjoner i tiltaksanalyse
under EUs. Rammedirektiv for Vann - metodiske
utfordringer for NIVA.
NIVA-rapport OR-4831. 59 sider.
Oppdragsgiver: Norsk Institutt for vannforskning
(NIVA)

Barton, D.; Rusch, G; Gjershaug, J.O; Faith, D.P;
Paniagua, L. 2004
TARGET as a tool for prioritising biodiversity
conservation payments on private land - a sensiti-
vity analysis.
NIVA-rapport OR-4856. 73 sider.
Oppdragsgiver: Norwegian Research Council

- Berge, D. 2004
Innsjøinterne- og hydrologiske tiltak i Bjørkelangensjøen. Delutredning i forbindelse med forenklet tiltaksanalyse for Haldenvassdraget. NIVA-rapport OR-4926. 41 sider.
Oppdragsgiver: Miljøprosjekt Haldenvassdraget
- Berge, D. 2004
Eikeren og Bergsvatn 2003 og 2004
Undersøkelse for å kartlegge råvannskvalitet For Eikeren-vannverket, samt eventuelle forurensningstilførsler fra vassdraget oppstrøms. NIVA-rapport OR-4890. 39 sider.
Oppdragsgiver: Vestfold interkommunale vannverk (VIV)
- Berge, D.; Berge, J.A.; Barton, D.; Gaut, A.; Tjomsland, T.; Rygg, B.; Turtumøygard, S.; Øygarden, L.; Dahl, E. 2004
Karakterisering. Haldenvassdraget med utenforliggende fjordområder. NIVA-rapport OR-4785. 126 sider.
Oppdragsgiver: Statkraft Grøner AS; JORDFORSK; Havforskningsinstituttet (HI)
- Berge, D.; Berge, J.A.; Barton, D.; Gaut, A.; Tjomsland, T.; Rygg, B.; Turtumøygard, S.; Øygarden, L.; Kraft, P.; Dahl, E. 2004
Karakterisering. Numedalslågen med utenforliggende fjordområder. NIVA-rapport OR-4784. 140 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Berge, D.; Kjellberg, G. 2005
Vassdragsundersøkelse i Lunner 2004. Harestuvannet, Sveselva og Vigga. NIVA-rapport OR-4939. 35 sider.
Oppdragsgiver: Lunner kommune
- Berge, D.; Tjomsland, T.; Bækken, T.; Brettum, P.; Romstad, R. 2004
Utredning om Glitre. Tilstand og utvikling – overføring av nye felter - vanninntakets plassering – behov for nye beskyttelsestiltak. NIVA-rapport OR-4877. 116 sider.
Oppdragsgiver: Glitrevannverket IKS
- Borgvang, S.; Kronvang, B. (NERI); Larsen, S.E. (NERI); Jensen, J.P. (NERI); Andersen, J.P. (NERI); Barr, H.E. (KMM); Sugrue, R. (KMM). 2004
Application of methodologies to analyse nutrient pollution in a European River Basin Network. Samarbeidsrapport EUROHARP NIVA-rapport OR-4878. 27 sider.
Oppdragsgiver: EUROHARP
- Borgvang, S.; Selvik, J.R.; Tjomsland, T.; Eggestad, H.O. 2003
Tilførsler av næringsalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. Overvåkingsrapport 892/2003. TA-1999/2003 NIVA-rapport OR-4771. 49 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Borgvang, S.; Kronvang, B. (NERI); Larsen, S.E. (NERI); Jensen, J.P. (NERI); Andersen, H.E. (NERI). 2004
EUROHARP - Application of methodologies to analyse nutrient pollution in a European River Basin Network. Samarbeidsrapport. NIVA-rapport OR-4788. 29 sider.
- Oppdragsgiver: EUROHARP
Borgvang, S.; Kronvang, B. (NERI); Larsen, S.E. (NERI); Jensen, J.P. (NERI); Andersen, H.E. (NERI); Attila, L. (Vituki Consult); Janos, F. (Vituki Consult); 2004
Catchment Report: Kapos, Hungary Trend Analysis, Retention and Source Apportionment. NIVA-rapport OR-4790. 28 sider.
Oppdragsgiver: EUROHARP
- Bækken, T.; Berge, D.; Bjørndalen, K.; Syversen, N.; Turtumøygard, S.; Øygarden, L. 2004
Forenklet tiltaksanalyse for Haldenvassdraget. Hovedrapport. NIVA-rapport OR-4922. 39 sider.
Oppdragsgiver: Miljøprosjekt Haldenvassdraget
- Bækken, T.; Kjellberg, G. 2004
Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsuring i rennende vann basert på forekomst av makrobunndyr. Klassifiseringssystem tilpasset humusrike elver og bekker i østlandsområdet. NIVA-rapport OR-4923.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
- Færøy, S.H.; Barton, D. 2004
Harmful algal blooms: implications for human health and economic valuation. NIVA-rapport OR-4836. 55 sider.
Oppdragsgiver: Direktoratet for Utviklingshjelp (NORAD) Selvik, J.R. 2004 NOLIMP Report from a Workshop on "Public Participation" and "Water Quality".
NIVA-rapport OR-4859. 39 sider.
Oppdragsgiver: North Sea Programme of the European Regional Development; Fund - INTERREG IIIB
- Selvik, J.R.; Borgvang, S.; Eggestad, H.O. (JORDFORSK); Tjomsland, T. 2004
Tilførsler av næringsalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. Overvåkingsrapport 4895/04. TA-2059/2004 NIVA-rapport OR-4895. 52 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
- Skiple, A.; Barton, D.; Lindholm, O.; Vagstad, N.; Iversen, E.R.; Berge, D. 2004
Systematisk gjennomgang av ulike miljøforbedrende tiltak og forslag til forbedring av metodikken ved tiltaksanalyser i lys av "Rammedirektivet for vann".
NIVA-rapport OR-4777. 72 sider.
Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
- Solheim, A.L.; Andersen, Tom; Brettum, P.; Bækken, T.; Bongard, T. (NINA); Moy, F.; Kroglund T.; Olsgard, F.; Rygg, B.; Oug, E. 2004
BIOKLASS - Klassifisering av økologiske status i norske vannforekomster. Forslag til aktuelle kriterier og foreløpige grenseverdier mellom god og moderat økologisk status for utvalgte elementer og påvirkninger.
NIVA-rapport OR-4860. 63 sider.
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT); Norges forskningsråd (NFR)
- Solheim, A.L.; Schartau, A.K. (NINA). 2004
Revidert typologi for norske elver og innsjøer. NIVA-rapport OR-4888. 17 sider.

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
Thaulow, H.; Arge, N. (AS Civitas); Selvig, E. (AS Civitas). 2004

Vassdragsvern eller kraftutbygging - er Vefsna et eksempel hvor begge deler er mulig? Evaluering av "Felles planprogram" som del av prosjektutviklingen for vannkraftprosjektet "Muligheter Helgeland i Vefsna".

NIVA-rapport OR-4901. 73 sider.
Oppdragsgiver: EBL Kompetanse AS

Økotoksikologi og risikovurderinger

Aspholm, O.Ø; Knutsen, J.A; Ruus, A. 2004
Biomarker responses in fish from Frierfjorden and Eidanger

NIVA-rapport OR-4857. 43 sider.
Oppdragsgiver: Norwegian Research Council; Norsk Hydro

Källqvist, T.; Berge, J.A. 2004
Økotoksikologisk undersøkelse av avløpsvann fra Kronos Titan AS samt analyse av metaller i tang fra Glommas munningsområde og Hvaler.
NIVA-rapport OR-4840. 25 sider.
Oppdragsgiver: Kronos Titan A/S

Källqvist, T.; Efraimsen, H.; Sætre, T. 2004
Nedbrytning av røntgenkontrastmidler. Tester utført med Iohexol.
NIVA-rapport OR-4782. 21 sider.
Oppdragsgiver: Amersham Health AS

Særtrykk

Biomangfold og eutrofiering - ferskvann

Edvardsen, B.; Skulberg, R.; Skulberg, O.M.
NIVA culture collection of algae - microalgae for science and technology
NIVA-publikasjon S-2894.
IN: Nova Hedwigia 2004, Vol 79, pp 99-114

Hobæk, A.; Skage, M.; Schwenk, K
Daphnia galeate x D. longispina hybrids in western Norway.
NIVA-publikasjon S-2903.
Hydrobiologia 2004, Vol 526, pp 55-62

Lindstrøm, E.-A.; Johansen, S.W.; Saloranta, T.
Periphyton in running waters - long-term studies of natural variation.
NIVA-publikasjon S-2879.
Hydrobiologia 2004, Vol 521, pp 63-86

Skulberg, O.M.
Bioactive Chemicals in Microalgae.
NIVA-publikasjon S-2829.
Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology.
Ed. by Richmond, Amos. Blackwell. Oxford. 2004. pp 485-512

Skulberg, O.M.
Kvitblikk, bergroser og kvitvoler - om sansing av lav og landskap
NIVA-publikasjon S-2893.
Blyttia 2004, Vol 62, pp 7-11

Biomangfold og eutrofiering - marint

Bekkby, T.; Rinde, E.; Rosenberg, R; Bakkestuen, V; Erikstad, L
The effect of terrain structures and environmental factors on the distribution marine habitats.
NIVA-publikasjon S-2939.
ICES-møtet. CM 2004/P13: Physical-biological Interactions: Experiment, Models and Observations. Vigo. høsten 2004.

Christie, H.C.; Kraufvelin, P
Mechanisms regulating amphipod population density within macroalgal communities with low predator impact
NIVA-publikasjon S-2941.
Scientia Marina 2004, Vol 68 Suppl. 1, pp 189-198

Dolmen, D; Hindley, J.D; Kleiven, E.
Distribution of *Palaemonetes varians* (Leach) (Crustacea, Decapoda) in relation to biotope and other caridean shrimps in brackish waters of southern Norway and southwestern Sweden
NIVA-publikasjon S-2875.
Sarsia 2004, Vol 89, pp 8-21

Eriksson, B.K; Sandström, A; Isæus, M; Schreiber, H; Karås, P
Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea.
NIVA-publikasjon S-2928.
Estuarine coastal and shelf science 2004, Vol 61, pp 339-349

Fredriksen, S; Christie, H.C.; Boström, C
Deterioration of eelgrass (*Zostera marina* L.) through destructive grazing by the gastropod *Rissoa membranacea* (J.Adams).
NIVA-publikasjon S-2943.
Sarsia 2004, Vol 89, pp 218-222

Holte, B; Oug, E.; Cochrane, S
Depth-related benthic macrofaunal biodiversity patterns in three undisturbed north Norwegian fjords.
NIVA-publikasjon S-2882.
Sarsia 2004, Vol 89, pp 91-101

Isæus, M; Malm, T; Persson, S; Svensson, A
Effects of filamentous algae and sediment on recruitment and survival of *Fucus serratus* (Phaeophyceae) juveniles in the eutrophic Baltic Sea.
NIVA-publikasjon S-2929.
European journal of phycology 2004, Vol 39, pp 301-307

Lied, T.T; Walday, M.; Olsgard, F.; Ellingsen, K.E
SEABEC - a single beam echo sounder seabed classification system.
NIVA-publikasjon S-2923.
MTS/IEEE Oceans'04. Techno-ocean'04. Proceedings. CD-ROM. Kobe, Japan. November 9-12,2004. pp 2024-2028

- Norderhaug, K.M
Use of red algae as hosts by kelp-associated amphipods.
NIVA-publikasjon S-2842.
Marine Biology 2004, Vol 144, pp 225-230
- Olsen, J.L; Stam W.T; Coyer, J.A; Reusch, T.B.H; Billingham, M; Boström, C; Calvert, E; Christie, H.C.; Granger, S; Lumière, R.L; Milchakova, N; Oudot-Le Secq, M.P; Procaccini, G; Sanjabi, B; Serrão, E; Veldsink, J; Widdicombe, S; Wyllie-Echeverria, S.
North Atlantic phylogeography and large-scale population differentiation of the seagrass *Zostera marina* L.
NIVA-publikasjon S-2942.
Molecular Ecology 2004, Vol 13, pp 1923-1941
- Pedersen, A.; Kraemer, G; Yarish, C
The effects of temperature and nutrient concentrations on nitrate and phosphate uptake in different species of *Porphyra* from Long Island Sound (USA).
NIVA-publikasjon S-2905.
Journal of Experimental Marine Biology and Ecology
2004, Vol 3 pp 235-252
- Samdal, I.A; Naustvoll, L.J; Olseng, C.D; Briggs, L.R; Miles, C.O
Use of ELISA to identify *Protoceratium reticulatum* as a source of yessotoxin in Norway
NIVA-publikasjon S-2934.
Toxicol 2004, Vol 44, pp 75-82
- Ståhl, H; Tengberg, A; Brunnegård, J; Bjørnbom, E; Forbes, T.L; Josefson, A.B; Kaberi, H.G; Hasselöv, Karle, I.M; Olsgard, F.; Roos, P; Hall, P.O.J
Factors influencing organic carbon recycling and burial in Skagerrak sediments.
NIVA-publikasjon S-2926.
Journal of Marine Research 2004, Vol 62, pp 867-907
- Trannum, H.c; Olsgard, F.; Skei, J.; Indrehus, J; Øverås, S; Eriksen, J
Effects of copper, cadmium and contaminated harbour sediments on recolonisation of soft-bottom communities.
NIVA-publikasjon S-2925.
Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 2004, Vol 3, pp 87-114
- Widdicombe, S; Austen, M.C; Kendall, M.A; Olsgard, F.; Schaanning, M.T; Dashfield, S.L; Needham, H.R
Importance of bioturbators for biodiversity maintenance: indirect effects of fishing disturbance.
NIVA-publikasjon S-2924.
Marine Ecology Progress Series 2004, Vol 275, pp 1-10
- Fiskeøkologi og akvakultur**
- Fivelstad, S; Olsen, A. B; Stefansson, S; Handeland, S; Waagbø, R; Kroglund, F.; Colt, J
Lack of long-term sublethal effects of reduced freshwater pH alone on Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts subsequently transferred to seawater.
NIVA-publikasjon S-2901.
Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2004, Vol 61, pp 511-518
- Kleiven, E.; Barlaup, B.T
Innsjøgyting hjå aure *Salmo trutta* - ein undervurdert gytestrategi
NIVA-publikasjon S-2898.
Fauna 2004, Vol 57 No. 1, pp 14-31
- Poléo, A.B.S; Schjolden, J; Hansen, H.; Bakke, T.A; Mo, T.A;
Rosseland, B.O.; Lydersen, E. The effect of various metals on *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon (*Salmo salar*).
NIVA-publikasjon S-2932.
Parasitology 2004, Vol 128, pp 169-177
- Skulberg, O.M.
Karpe- og karussoppdrett. Damanlegget til J.N. Wilse på Spydeberg prestegård.
NIVA-publikasjon S-2895.
Seminarer om Hagearkeologi - spor i jord. Foredrag. Bogstad. 2003 og 2004.
Spor i jord. Parken og hagen på Bogstad restaureres.. Ed. by Espeland, Else Mikkelsen, Lars-Erling. Bogstad Stiftelse. Oslo. 2004. 51-59,pp
- Teien, H.C; Salbu, B; Kroglund, F.; Rosseland, B.O. Transformation of positively charged aluminium-species in unstable mixing zones following liming.
NIVA-publikasjon S-2904.
Science of the Total Environment 2004, Vol 330, pp 217-232
- Forsuring og kalking**
- Aherne, J; Larssen, T.; Dillon, P.J; Cosby, B.J
Effects of climate events on elemental fluxes from forested catchments in Ontario, Canada: modelling drought-induced redox processes.
NIVA-publikasjon S-2911.
Water, Air and Soil Pollution: Focus 2004, Vol 4, pp 37-48
- Breemen, N.van; Wright, R.
History and prospect of catchment biogeochemistry: A European perspective based on acid rain
Ecology 2004, Vol 85 No 9, pp 2363-2368
- Camarero, L; Wright, R.F.; Catalan, J; Ventura, M
Application of MAGIC to Lake Redó (Central Pyrenees): an assessment of the effects of possible climate driven changes in atmospheric precipitation, base cation deposition, and weathering rates on lake water chemistry.
NIVA-publikasjon S-2877.
J. Limnol. 2004, Vol 63 No 1, pp 123-132
- Hindar, A.; Tørseth, K; Henriksen, A.; Orsolini, Y
The significance of the North Atlantic Oscillation (NAO) for sea-salt episodes and acidification-related effects in Norwegian rivers.
NIVA-publikasjon S-2852.
Environ. Sci. Technol. 2004, Vol 38 No 1, pp 26-33
- Kaste, Ø.
Simulation of nitrogen dynamics and fluxes in

contrasting catchments in Norway by applying the integrated nitrogen model for catchments (INCA). NIVA-publikasjon S-2881. Water, Air and Soil Pollution: Focus 2004, Vol 4, pp 85-96

Kaste, Ø.; Rankinen, K; Lepistö, A
Modelling impacts of climate and deposition changes on nitrogen fluxes in northern catchments of Norway and Finland.
NIVA-publikasjon S-2922.
Hydrology and Earth System Sciences 2004, Vol 8 No 4, pp 778-792

Larssen, T.; Cosby, B.J; Høgåsen, T.
Uncertainties in predictions of surface water acidity using the MAGIC model.
NIVA-publikasjon S-2909.
Water, Air and Soil Pollution: Focus 2004, Vol 4, pp 125-137

Lydersen, E.; Larssen, T.; Fjeld, E.
The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes.
NIVA-publikasjon S-2910.
Science of the Total Environment 2004, Vol 326, pp 63-69

Nygaard, P.H; de Wit, H.A
Effects of elevated soil solution Al concentrations on fine roots in a middle-aged Norway spruce (*Picea abies* (L.) stand.
NIVA-publikasjon S-2908.
Plant and Soil 2004, Vol 265, pp 131-140

Rankinen, K; Kaste, Ø.; Butterfield, D
Adaptation of the integrated nitrogen model for catchments (INCA) to seasonally snow-covered catchments.
NIVA-publikasjon S-2892.
Hydrology and Earth System Sciences 2004, Vol 8 No 4, pp 695-705

Teien, H.C.; Standering, W.J.F; Salbu, B; Marskar, M; Kroglund, F.; Hindar, A.
Mobilization of aluminium and deposition on fish gills during sea salt episodes - catchment liming countermeasure
NIVA-publikasjon S-2933.
Journal of environmental monitoring 2004, Vol 6 No 3, pp 191-200

Wright, R.F.; Cosby, B.J
Recovery of acidified mountain lakes in Norway as predicted by the MAGIC model.
NIVA-publikasjon S-2880.
J. Limnol. 2004, Vol 63 No 1, pp 101-110

Miljøgifter i ferskvann

Evenset, A; Christensen, G.N; Skotvold, T; Fjeld, E.; Schlabach, M; Wartena, E; Gregor, D
A comparison of organic contaminants in two high Arctic lake ecosystems, Bjornoya (Bear Island).
NIVA-publikasjon S-2930.
Science of the Total Environment 2004, Vol 318 No 1-3, pp 125-141
Evenset, A; Christensen, N; Skotvold, T; Fjeld, E.; Schlabach, M; Wartena, E; Gregor, D

A comparison of organic contaminants in two high Arctic lake ecosystems, Bjørnøya (Bear Island), Norway.
NIVA-publikasjon S-2850.
Science of the Total Environment 2004, Vol 318, pp 125-141

Rosseland, B.O.; Vives, I; Grimalt, J. O; Lacorte, S; Guillamón, M; Barceló, D.
Polybromodiphenyl Ether Flame Retardants in Fish from Lakes in European High Mountains and Greenland.
NIVA-publikasjon S-2874.
Environ. Sci. Technol. 2004, Vol 38 No 8, pp 2338-2344

Vies, I; Grimalt J.O; Catalan, J; Rosseland, B.O.; Battarbee
Influence of altitude and age in the accumulation of organochlorine compounds in fish from High Mountain Lakes
NIVA-publikasjon S-2876.
Environ. Sci. Technol. 2004, Vol 38, pp 690-698

Vives, I; Grimalt, J.O; Fernández, P; Rosseland, B.O.
Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish from remote and high mountain lakes in Europe and Greenland
NIVA-publikasjon S-2873.
Science of the Total Environment 2004, Vol 324, pp 67-77

Wibe, A.E; Fjeld, E.; Rosenqvist, G; Jenssen, B.M
Postexposure effects of DDE and butylbenzylphthalate on feeding behavior in threespine stickleback.
NIVA-publikasjon S-2931.
Ecotoxicology and environmental safety 2004, Vol 57 No 2, pp 213-219

Miljøgifter - marint

Berge, J.A.; Brevik, E.M.; Bjørge, A; Følsvik, N; Gabrielsen, G.W; Wolkers, H
Organotins in marine mammals and seabirds from Norwegian territory.
NIVA-publikasjon S-2857.
J. Environ. Monit. 2004, Vol 6, pp 108-112

Brevik, K; Bjerkeng, B.; Wania, F; Helland, A.; Magnusson, J.
Modeling the fate of polychlorinated biphenyls in the Inner Oslofjord, Norway.
NIVA-publikasjon S-2935.
Environmental Toxicology and Chemistry 2004, Vol 23 No 10, pp 2386-2395

Bytingsvik, J; Gaustad, H; Salmer, M.P; Soeremo, G; Baek, K; Førreid, S; Ruus, A.; Skaare, J.U; Jenssen, B.M
Spatial and temporal trends of BFRs in Atlantic cod and Polar cod in the North-East Atlantic
NIVA-publikasjon S-2936.
Organohalogen Compounds 2004, Vol 66, pp 3918-3922

Schøyen, M.; Kaartvedt, S
Vertical distribution and feeding of the copepod *Chiridius armatus*
NIVA-publikasjon S-2883.

Marine Biology 2004, Vol 145, pp 159-165

Oseanografi

Baalsrud, K.

Utviklingen av norsk vannsektor gjennom 40 år.
Innlegg på Norsk vannforenings 40-års jubileum
6. mars 2004.

NIVA-publikasjon S-2919.

Vann 2004, Vol 39 No 2, pp 163-180

Chen, B; Song, Y; Nishio, M; Akai, M; Golmen, L.G.
Large-Eddy simulation of small-scale ocean
turbulence coupled with buoyant plumes
NIVA-publikasjon S-2884.

Direct and Large-Eddy Simulation V. Ed. by
Friedrich, R. Geurts, B.J. Métais, O.. Kluwer.
Dordrecht. 2004.

Ercoftac Series 2004, Vol 9, pp 253-260

Colling, A; Wright, J; Golmen, L.G.

Plans for a ship tunnel in Norway

NIVA-publikasjon S-2886.

Ocean Challenge 2004, Vol 13, No. 2, pp 25 pp.

Golmen, L.G.; Skreslet, S.

Two new Nordic research facilities off western
Norway and on Jan Mayen?

NIVA-publikasjon S-2885.

Ocean Challenge 2004, Vol 13, No. 2, pp 18-19

Green, J.A.A; Molvær, J.; Stigebrandt, A
Hydrographic response of Holandsfjord to
changed freshwater runoff

NIVA-publikasjon S-2899.

Journal of Geophysical Research 2004,

Vol 109 C07021, pp 10 s.

Magnusson, J.

Ferger kan brukes til mye rart.

NIVA-publikasjon S-2914.

Vann 2004, Vol 39 No 3, pp 197-206

Molvær, J.

Utslipp av næringssalter til norske kystfarvann:
kilder og effekter. Innlegg på juleseminar

8. desember 2003.

NIVA-publikasjon S-2913.

Vann 2004, Vol 39 No 2, pp 122-129

Saloranta, T.; Haugan, P.M

Northward cooling and freshening of the warm
core of the West Spitsbergen Current.

NIVA-publikasjon S-2878.

Polar Research 2004, Vol 23 No 1, pp 79-88

Skogheim, O.

Etikk og forskning. Innlegg på møte i Norsk
vannforening 17. mars

2004.

NIVA-publikasjon S-2918.

Vann 2004, Vol 39 No 2, pp 130-139

Vann- og avløpsteknologi

Eikebrokk, B; Vogt, R.D; Liltved, H.

NOM increase in Northern European source
waters: discussion of possible causes and impacts
on coagulation/contact filtration processes.

NIVA-publikasjon S-2940.

Water science and technology; Water Supply 2004,
Vol 4 No 4, pp 47-54

Jantsch, T.G.; Mattiasson, B

An automated spectrophotometric system for
monitoring buffer capacity in anaerobic digestion
processes.

NIVA-publikasjon S-2907.

Water Research 2004, Vol 38, pp 3645-3650

Liltved, H.; Hansen, B.R

Screening as a method for removal of parasites
from inlet water to fish farms

NIVA-publikasjon S-2891.

Ed. by. Elsevier Science Publishers. 1990.

Aquacultural Engineering 1990, Vol 9, pp 209-215

Liltved, H.; Vogelsang, C.; Dannevig, B.H;

Modahl, I,

UV-resistente virus.

NIVA-publikasjon S-2921.

Vann 2004, Vol 39 No 1, pp 13-18

Liltved, H.; Vogelsang, C.; Molvær, J.; Källqvist, T;
Jantsch, T.G.

EUs avløpsdirektiv - resipientvurderinger og
rensekraft.

NIVA-publikasjon S-2915.

Vann 2004, Vol 39 No 3, pp 207-213

Vannressursforvaltning og EUs vanddirektiv

Bakken, T.H.; Saloranta, T.; Icke, J; Groot, S;
Penning, E

Integration and evaluation of a river model a lake
model and an information system, with respect to
the requirements of the EU WFD

NIVA-publikasjon S-2937.

6th International Conference on

Hydroinformatics. Proceedings, Vol 1.. Singapore.

21-24 June 2004. Ed. by Liong, S-Y. Phoon, K-K.

Babovic, V. World Scientific. London. 2004. pp

578-585

Bakken, T.H.; Saloranta, T.M

Utvikling av metodikk for valg av riktig
beregningsmodell.

NIVA-publikasjon S-2917.

Vann 2004, Vol 39 No 3, pp 229-236

Bjerknes, V.; Braaten, B.; Døskeland, I.; Skrede,
A.M; Åtland, Å

Nordiske idéverksted om implementering av EUs
Vanddirektiv i kystsonen.

NIVA-publikasjon S-2920.

Vann 2004, Vol 39 No 1, pp 3-8

Borgvang, S.; Vagstad, N.; Bakken, T.H.; French, H
Two Birds - One Stone; Science into policy through
a targeted toolbox.

NIVA-publikasjon S-2906.

EUROHARP 2004, No 3, pp pp 4-5

Callaghan, T.V; Johansson, M; Heal, O.W; Sæthun,
N.R.; Barkved, L.; Bayfield, N; Brandt, O; Brooker,
R; Christiansen, H.H; Forchhammer, M; Høye,
T.T; Humlum, O; Järvinen, A; Jonasson, C;
Kohler, J; Magnusson, B; Meltofte, H; Mortensen,
L; Neuvonen, S; Pearce, I; Rasch, M; Turner, L;

Hasholt, B; Hutha, E; Leskinen, E; Nielsen, N; Siikamäki, P
Environmental changes in the North Atlantic region: SCANNET as a collaborative approach for documenting, understanding and predicting changes.
NIVA-publikasjon S-2900.
Ambio 2004, No 13, pp 39-50

Molvær, J.; Velvin, R
EUs avløpsdirektiv: Hva er en elvemunning?
NIVA-publikasjon S-2912.
Vann 2004, Vol 39 No 1, pp 19-23

Rekolainen, S; Kämäri, J; Hiltunen, M; Saloranta, T.
A conceptual framework for identifying the need and role of models in the implementation of the Water Framework Directive
NIVA-publikasjon S-2896.
Intl. J. River Basin Management 2003, Vol 1 No 4, pp 347-352

Vagstad, Nils; Stålnäcke, P.G.; Andersen, H.E; Deelstra, J; Jansons, V; Kyllmar, K; Loigu, E; Rekolainen, S; Tumas, R
Regional variations in diffuse nitrogen losses from agriculture in the Nordic and Baltic regions.
NIVA-publikasjon S-2927.
Hydrology and Earth System Sciences 2004, Vol 8 No 4, pp 651-662

River rehabilitation: Børselva. Adapting a regulated river to a new flow regime.
NIVA-publikasjon S-2938.
5th International Symposium on Ecohydraulics.. Aquatic habitats: analysis & restoration. Proceedings.. Madrid, Spain. 12-17. September 2004.
IHAR. Madrid. 2004. pp 1 optisk plate.

Økotoksikologi og risikovurderinger

Berntssen, M.G; Hylland, K.; Lundebye, A.K; Julshamn, K
Higher faecal excretion and lower tissue accumulation of mercury in Wistar rats from contaminated fish than from methylmercury chloride added to fish
NIVA-publikasjon S-2888.
Food and Chemical Toxicology 2004, Vol 42, pp 1359-1366

Berntssen, M.H.G; Hylland, K.; Julshamn, K; Lundebye, A.-K; Waagbø, R
Maximum limits of organic and inorganic mercury in fish feed
NIVA-publikasjon S-2890.
Aquaculture Nutrition 2004, Vol 10, pp 83-97

Hylland, K.
Effects monitoring - impacts of pollutants in pelagic ecosystems
NIVA-publikasjon S-2889.
Meeresumwelt-Symposium. Hamburg.
Gefährliche Stoffe 2004, pp 179-185
Hylland, K.
Biological effects of contaminants: Quantification of α -aminolevulinic acid dehydratase (ALA-D) activity in fish blood
NIVA-publikasjon S-2887.

ICES Techniques in Marine Environmental Sciences 2004,
No. 34, pp 9 pp
Tollefsen, K.; Øvreivik, J; Stenersen, J
Binding of xenoestrogens to the sex steroid-binding protein in plasma from Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.).
NIVA-publikasjon S-2902.
Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 2004
Vol 139, pp 127-133

